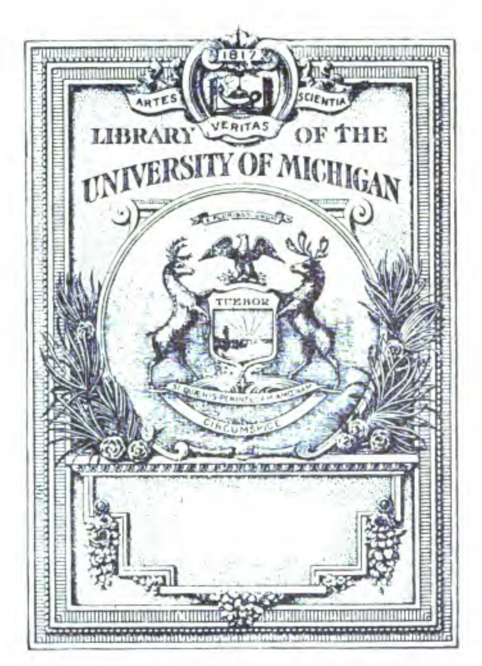
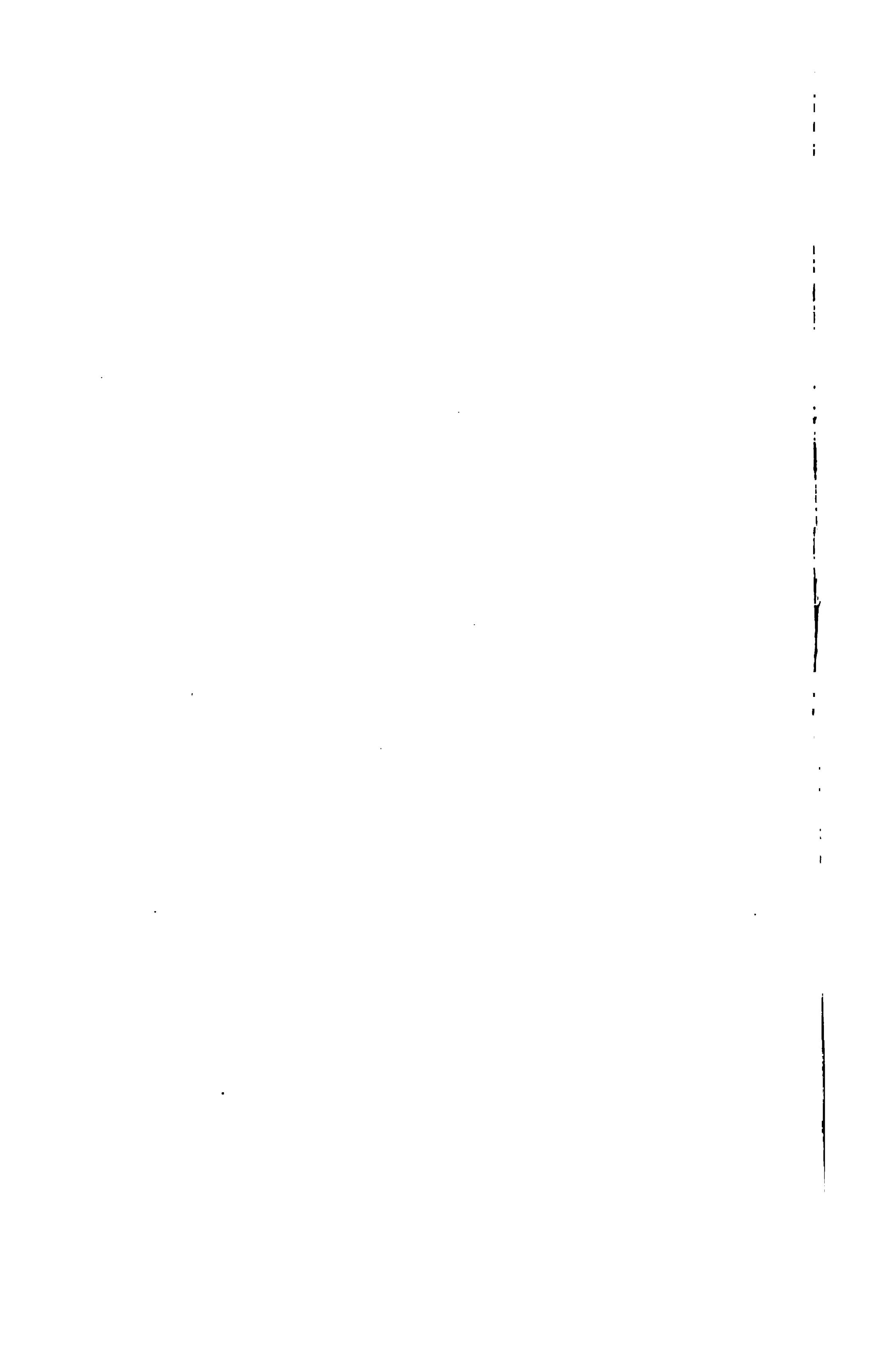



1817
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE





Die Natur

ihre

Wunder und Geheimnisse,

oder die

Bridgewater-Bücher.

Aus dem Englischen

vom

Redakteur des Morgenblattes

Dr. Hermann Hauff

und Andern.

Zweiter Band.

Stuttgart,

1836.

Verlag von Paul Neff.

Chemie,

Meteorologie

und

verwandte Gegenstände,

als Zeugnisse

für die

Herrlichkeit des Schöpfers.

Aus dem Englischen

des **William Prout**

von

Gustav Plieninger.

Mit Abbildungen.

Stuttgart,

1836.

Verlag von Paul Neff.



Buchdruckerei von W. Hasper in Carlsruhe.

Vorwort.

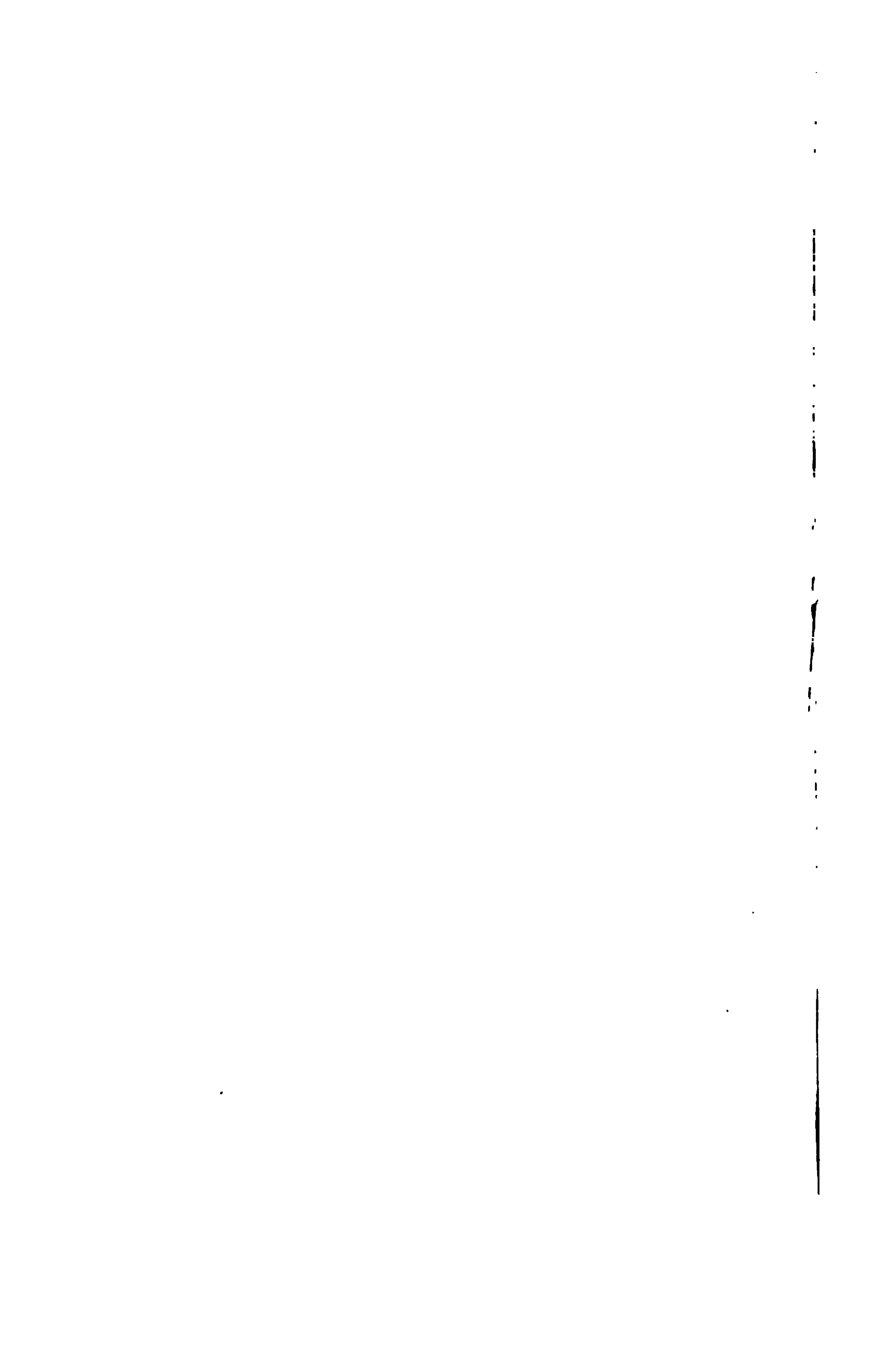
Indem wir hiemit unsere Uebersetzung der trefflichen Schrift Prout's über Chemie und Meteorologie dem Interesse des Publicums übergeben, erlauben wir uns besonders über den Zusammenhang und die daraus hervorgehende Verbindung dieser beiden Wissenschaften von Seiten unseres Verfassers, so wie über die mißverstandene und angefochtene Bedeutung der letzteren unter den beiden einige Bemerkungen.

Betrachten wir die in der großen Werkstätte der Natur, wie sie unsere Erdoberfläche und der sie umgebende Luftkreis darstellt, ununterbrochen vor sich gehenden Veränderungen, so wird es Jedem, der nur eine oberflächliche Kenntniß von den allgemeinsten chemischen Erscheinungen besitzt, klar werden, daß jene zum größten Theile chemische Wirkungen sind. Mit Recht hat daher der Verfasser beide Themata, die Chemie und Meteorologie, in ihrer populären Darstellung verbunden, indem er auf die Chemie unmittelbar die Meteorologie folgen läßt, weil die in der letzteren Wissenschaft zur Sprache kommenden Erscheinungen hauptsächlich

in der ersteren ihren Erklärungsgrund finden müssen. Sind ja doch die wässerigen Niederschläge aus der Atmosphäre, der Regen, Thau, Schnee, Hagel, nichts Anderes, als Resultate eines großen Destillationsprocesses, durch welchen die von der Erdoberfläche in die Luft übergegangenen Wasserdämpfe wieder tropfbar niedergeschlagen werden; sind doch die sämmtlichen electrischen Erscheinungen in der Luft wie an der Erdoberfläche nichts Anderes, als Resultate chemischer Zersetzungen und Verbindungen, bei welchen Electricität frei wird; sind doch die sämmtlichen Temperaturverhältnisse, auf welchen hauptsächlich das Clima der verschiedenen bewohnbaren Räume auf der Erdoberfläche, sowie das Pflanzen- und Thierleben beruht, Resultate des Frei- und Gebundenwerdens der Wärme in Folge chemischer Veränderungen, welche die Wissenschaft zwar nachweisen, aber nicht in dem kleinen Maßstabe der menschlichen Versuche nachahmen kann.

Aus eben diesem Grunde aber ist die Meteorologie ein Gebiet der naturwissenschaftlichen Forschung, in welchem der Schluß durch Analogie mehr oder weniger trüglich ist. Mit Unrecht macht man dagegen unserer Wissenschaft überhaupt den Vorwurf der Trüglichkeit und Unsicherheit, indem man von ihr nichts als eine prophetische Bedeutung für den künftigen Witterungslauf, nicht blos in Beziehung auf den Gang der Witterung auf ganzen Continenten, sondern sogar Jeder in Betreff seines besonderen Wohnorts, fordert. Die Witterungserscheinungen beruhen freilich auf

ebenso unabänderlichen Gesetzen, wie die Erscheinungen von Mischung und Zersetzung der verschiedenen gasartigen, tropfbaren und festen Stoffe, mit denen es der Chemiker in seinen Tiegeln, Retorten und Wannen zu thun hat. Eben die Erforschung jener Gesetze aber ist der Gegenstand der meteorologischen Forschung, und sollte es möglich seyn, den Witterungsgang mit Zuversicht vorauszubestimmen, so müßte der Meteorologe das Wetter machen können, wie der Chemiker in seiner Phiole sein Product mit Zuverlässigkeit macht und das Resultat voraus bestimmen kann, wenn er die Ingredienzien richtig zusammenbringt. Ob nun die Meteorologie je diesen prophetischen Charakter zu erhalten vermöge, mag dahinstehen; daß man übrigens seit der kurzen Zeit eines Jahrhunderts, da man auf dem einzig richtigen Wege der Beobachtung — weil das Experementiren hier unmöglich ist — der Natur ihre Geheimnisse auch in diesem Bereiche ihrer Thätigkeit abzulauschen angefangen hat, schon weit genug mit Entdeckungen gekommen ist, um die meteorologischen Forschungen für nicht vergebliche Bestrebungen ansehen zu lernen, beweist zur Genüge, daß die Werkstätte der Natur im Großen, aus welcher Sturm, Gewitter, Erdbeben, Sonnenschein und Regen hervorgehen, dem forschenden Geiste des Menschen doch nicht unzugänglich ist, und daß sich die Größe und Weisheit Gottes eben sowohl in der Pracht und Majestät der großen Erscheinungen am Wolkenhimmel und auf der Erdoberfläche, als in dem strebenden Menschengeiste offenbaren will, dessen Beschaffenheit und



Die Natur

ihre

Wunder und Geheimnisse,

oder die

Bridgewater-Bücher.

Aus dem Englischen

vom

Redakteur des Morgenblattes

Dr. Hermann Hauff

und Andern.

Zweiter Band.

Stuttgart,

1836.

Verlag von Paul Neff.

Chemie, Meteorologie

und

verwandte Gegenstände,

als Zeugnisse

für die

Herrlichkeit des Schöpfers.

Aus dem Englischen

des William Prout

von

Gustav Plieninger.

Mit Abbildungen.

Stuttgart,

1836.

Verlag von Paul Neff.

Buchdruckerei von W. Hasper in Carlsruhe.

Vorwort.

Indem wir hiemit unsere Uebersetzung der trefflichen Schrift Prout's über Chemie und Meteorologie dem Interesse des Publicums übergeben, erlauben wir uns besonders über den Zusammenhang und die daraus hervorgehende Verbindung dieser beiden Wissenschaften von Seiten unseres Verfassers, so wie über die mißverstandene und angefochtene Bedeutung der letzteren unter den beiden einige Bemerkungen.

Betrachten wir die in der großen Werkstätte der Natur, wie sie unsere Erdoberfläche und der sie umgebende Luftkreis darstellt, ununterbrochen vor sich gehenden Veränderungen, so wird es Jedem, der nur eine oberflächliche Kenntniß von den allgemeinsten chemischen Erscheinungen besitzt, klar werden, daß jene zum größten Theile chemische Wirkungen sind. Mit Recht hat daher der Verfasser beide Themata, die Chemie und Meteorologie, in ihrer populären Darstellung verbunden, indem er auf die Chemie unmittelbar die Meteorologie folgen läßt, weil die in der letzteren Wissenschaft zur Sprache kommenden Erscheinungen hauptsächlich

in der ersteren ihren Erklärungsgrund finden müssen. Sind ja doch die wässerigen Niederschläge aus der Atmosphäre, der Regen, Thau, Schnee, Hagel, nichts Anderes, als Resultate eines großen Destillationsprocesses, durch welchen die von der Erdoberfläche in die Luft übergegangenen Wasserdämpfe wieder tropfbar niedergeschlagen werden; sind doch die sämmtlichen electrischen Erscheinungen in der Luft wie an der Erdoberfläche nichts Anderes, als Resultate chemischer Zersetzungen und Verbindungen, bei welchen Electricität frei wird; sind doch die sämmtlichen Temperaturverhältnisse, auf welchen hauptsächlich das Clima der verschiedenen bewohnbaren Räume auf der Erdoberfläche, sowie das Pflanzen- und Thierleben beruht, Resultate des Frei- und Gebundenwerdens der Wärme in Folge chemischer Veränderungen, welche die Wissenschaft zwar nachweisen, aber nicht in dem kleinen Maßstabe der menschlichen Versuche nachahmen kann.

Aus eben diesem Grunde aber ist die Meteorologie ein Gebiet der naturwissenschaftlichen Forschung, in welchem der Schluß durch Analogie mehr oder weniger trüglich ist. Mit Unrecht macht man dagegen unserer Wissenschaft überhaupt den Vorwurf der Trüglichkeit und Unsicherheit, indem man von ihr nichts als eine prophetische Bedeutung für den künftigen Witterungslauf, nicht blos in Beziehung auf den Gang der Witterung auf ganzen Continenten, sondern sogar Jeder in Betreff seines besonderen Wohnorts, fordert. Die Witterungserscheinungen beruhen freilich auf

ebenso unabänderlichen Gesetzen, wie die Erscheinungen von Mischung und Zersetzung der verschiedenen gasartigen, tropfbaren und festen Stoffe, mit denen es der Chemiker in seinen Tiegeln, Retorten und Wannen zu thun hat. Eben die Erforschung jener Gesetze aber ist der Gegenstand der meteorologischen Forschung, und sollte es möglich seyn, den Witterungsgang mit Zuversicht vorauszubestimmen, so müßte der Meteorologe das Wetter machen können, wie der Chemiker in seiner Phiole sein Product mit Zuverlässigkeit macht und das Resultat voraus bestimmen kann, wenn er die Ingredienzien richtig zusammenbringt. Ob nun die Meteorologie je diesen prophetischen Charakter zu erhalten vermöge, mag dahinstehen; daß man übrigens seit der kurzen Zeit eines Jahrhunderts, da man auf dem einzig richtigen Wege der Beobachtung — weil das Experementiren hier unmöglich ist — der Natur ihre Geheimnisse auch in diesem Bereiche ihrer Thätigkeit abzulauschen angefangen hat, schon weit genug mit Entdeckungen gekommen ist, um die meteorologischen Forschungen für nicht vergebliche Bestrebungen ansehen zu lernen, beweist zur Genüge, daß die Werkstätte der Natur im Großen, aus welcher Sturm, Gewitter, Erdbeben, Sonnenschein und Regen hervorgehen, dem forschenden Geiste des Menschen doch nicht unzugänglich ist, und daß sich die Größe und Weisheit Gottes eben sowohl in der Pracht und Majestät der großen Erscheinungen am Wolkenhimmel und auf der Erdoberfläche, als in dem strebenden Menschengeiste offenbaren will, dessen Beschaffenheit und

in der ersteren ihren Erklärungsgrund finden müssen. Sind ja doch die wässerigen Niederschläge aus der Atmosphäre, der Regen, Thau, Schnee, Hagel, nichts Anderes, als Resultate eines großen Destillationsprocesses, durch welchen die von der Erdoberfläche in die Luft übergegangenen Wasserdämpfe wieder tropfbar niedergeschlagen werden; sind doch die sämmtlichen electrischen Erscheinungen in der Luft wie an der Erdoberfläche nichts Anderes, als Resultate chemischer Zersetzungen und Verbindungen, bei welchen Electricität frei wird; sind doch die sämmtlichen Temperaturverhältnisse, auf welchen hauptsächlich das Clima der verschiedenen bewohnbaren Räume auf der Erdoberfläche, sowie das Pflanzen- und Thierleben beruht, Resultate des Frei- und Gebundenwerdens der Wärme in Folge chemischer Veränderungen, welche die Wissenschaft zwar nachweisen, aber nicht in dem kleinen Maßstabe der menschlichen Versuche nachahmen kann.

Aus eben diesem Grunde aber ist die Meteorologie ein Gebiet der naturwissenschaftlichen Forschung, in welchem der Schluß durch Analogie mehr oder weniger trüglich ist. Mit Unrecht macht man dagegen unserer Wissenschaft überhaupt den Vorwurf der Trüglichkeit und Unsicherheit, indem man von ihr nichts als eine prophetische Bedeutung für den künftigen Witterungslauf, nicht blos in Beziehung auf den Gang der Witterung auf ganzen Continenten, sondern sogar Jeder in Betreff seines besonderen Wohnorts, fordert. Die Witterungserscheinungen beruhen freilich auf

ebenso unabänderlichen Gesetzen, wie die Erscheinungen von Mischung und Zersetzung der verschiedenen gasartigen, tropfbaren und festen Stoffe, mit denen es der Chemiker in seinen Tiegeln, Retorten und Wannen zu thun hat. Eben die Erforschung jener Gesetze aber ist der Gegenstand der meteorologischen Forschung, und sollte es möglich seyn, den Witterungsgang mit Zuversicht vorauszubestimmen, so müßte der Meteorologe das Wetter machen können, wie der Chemiker in seiner Phiole sein Product mit Zuverlässigkeit macht und das Resultat voraus bestimmen kann, wenn er die Ingredienzien richtig zusammenbringt. Ob nun die Meteorologie je diesen prophetischen Charakter zu erhalten vermöge, mag dahinstehen; daß man übrigens seit der kurzen Zeit eines Jahrhunderts, da man auf dem einzig richtigen Wege der Beobachtung — weil das Experementiren hier unmöglich ist — der Natur ihre Geheimnisse auch in diesem Bereiche ihrer Thätigkeit abzulauschen angefangen hat, schon weit genug mit Entdeckungen gekommen ist, um die meteorologischen Forschungen für nicht vergebliche Bestrebungen ansehen zu lernen, beweist zur Genüge, daß die Werkstätte der Natur im Großen, aus welcher Sturm, Gewitter, Erdbeben, Sonnenschein und Regen hervorgehen, dem forschenden Geiste des Menschen doch nicht unzugänglich ist, und daß sich die Größe und Weisheit Gottes eben sowohl in der Pracht und Majestät der großen Erscheinungen am Wolkenhimmel und auf der Erdoberfläche, als in dem strebenden Menschengeiste offenbaren will, dessen Beschaffenheit und

Stellung in der Welt und Natur eine solche ist, daß sich ihm zu den Resultaten seiner Forschungen die Bewunderung dessen gesellen muß, der dies Alles und ihn selbst so wunderbar eingerichtet hat.

Mögen denn diese Blätter, in welchen der Geist der lebendigsten Liebe zur Natur mit dem der tiefsten Ehrfurcht gegen ihren Schöpfer vermählt ist, zur Verbreitung richtigerer Erkenntniß über die erstere, in eben dem Maße aber auch zur Erweiterung der Erkenntniß und zur Erhöhung der Verehrung Dessen beitragen, der sich, wie einst Elia, so auch uns noch immer bald in der Windsbraut, bald im Erdbeben, bald im sanften Säuseln, in Allem aber gleich groß und herrlich zeigt.

Inhaltsanzeige.

Seite

Erstes Buch.

Chemie.

Seite

Zweites Buch.

Meteorologie.

Seite

Seite

Drittes Buch.

Organische Chemie.

Einleitung.

Eine weitläufige Auseinandersetzung des Beweises für die Zweckmäßigkeit der Natur gehört nicht in unsere Abhandlung. In diesen einleitenden Bemerkungen werden wir uns daher auf eine Darstellung jenes Beweises beschränken, wie er aus einem einzelnen Beispiele der Benützung von Mitteln zur Hervorbringung einer bestimmten Wirkung auf dem Gebiete der Natur abgeleitet werden kann; sodann wollen wir die Stärke des Beweises prüfen und die aus demselben fließenden Folgerungen darlegen.

Das Beispiel, welches wir unter den Gegenständen der Natur auswählen, und der Beweis, welcher daraus hergeleitet werden kann, sind folgende:

Thiere in kalten Himmelsstrichen sind mit einer Pelzbedeckung versehen. Menschen in solchen Himmelsstrichen bedecken sich selbst mit diesem Pelz. In beiden Fällen ist, welches auch der Zweck gewesen seyn mag, unstreitig wenigstens die Wirkung genau dieselbe: das Thier und der Mensch sind, Eines wie das Andere, vor der Kälte geschützt. Da nun das Thier sich nicht selbst gekleidet hat, sondern von einem Andern gekleidet worden seyn muß, so folgt, daß derjenige, welcher das Thier kleidete, offenbar weiß, was der Mensch weiß, und urtheilte gleich dem Menschen; d. h. der Bekleider des Thieres muß wissen, daß der Himmelsstrich, worin sich das Thier befindet, ein kalter Himmelsstrich, und daß eine Pelzbedeckung eines der

besten Mittel zur Verwahrung vor Kälte ist; deßwegen hat er sein Geschöpf in diesen so sehr geeigneten Stoff gekleidet. Der Mensch aber, welcher sich in Pelz kleidet, um die Kälte von sich abzuhalten, verrichtet eine, auf einen bestimmten Zweck abzielende Handlung, mit Einem Wort, eine zweckmäßige Handlung. Also muß auch derjenige, welcher mittelbar oder unmittelbar die Bekleidung des Thieres mit Pelz veranlaßt hat, um die Kälte von ihm abzuhalten, ebenfalls eine zweckmäßige Handlung verrichtet haben.

Allein unter den gegebenen Umständen muß angenommen werden, daß der Bekleider des Thieres auch der Schöpfer desselben sei, und — durch weitere Ausdehnung des Beweises — der Schöpfer des Menschen selbst — des Weltalls. Hat ja der Schöpfer den Menschen gewürdigt, die Vernunft, welche er durch jene Bekleidung geoffenbart, auch ihm mitzutheilen, so daß er dadurch in den Stand gesetzt ist, seines Schöpfers Zweck zu erkennen.

Dieß ist ein Beispiel von der mannigfaltigen Benützung von Mitteln zur Hervorbringung einer bestimmten Wirkung, welche wir in der Welt bemerken, und dieß der Gang des Beweises, welcher auch dem gemeinen Menschenverstande deutlich zeigt, daß solcher Benützung stets ein Zweck zum Grunde liegt. Dennoch gibt es manche, deren Geist so stumpf, oder so seltsamer Art ist, daß sie behaupten, alle diese Anzeichen von einem Zwecke seien nur scheinbar, und eine kurze Prüfung der Gründe, auf welche sie ihren Unglauben stützen, mag hier nicht undienlich sein. Die Gegner des Beweises für die Zweckmäßigkeit der Welt können in zwei Klassen eingetheilt werden, nemlich in Solche, welche eine Grundursache läugnen und zu glauben vorgeben, daß alle die schönen und zweckmäßigen Einrichtungen, welche wir in der Natur erblicken, von dem herkommen, was sie „die nothwendigen und ewigen Naturgesetze“ nennen, und welche man in der That unter die Atheisten, oder vielmehr Pantheisten rechnen muß, „deren Götter die Naturgesetze sind“; und in Solche, welche, ohne das Daseyn einer Grundursache zu läugnen, behaupten, es könne nicht bewiesen werden, daß

dem Zusammenwirken von Mitteln zur Hervorbringung eines bestimmten Erfolges bei den Gegenständen der Natur ein Zweck zu Grunde liege, daß von diesen Gegenständen uns nur deßwegen der eine dem andern so gut angepaßt zu seyn scheine, weil wir außer unserem eigenen Verstande nichts haben, womit wir sie vergleichen könnten, und daß die beschränkte Kraft des menschlichen Geistes ein durchaus untauglicher Maßstab für die Gottheit sei.

Von diesen Gegnern jenes Beweises bedürfen diejenigen, welche das Dasein von „ewigen und nothwendigen Naturgesetzen" behaupten, keiner andern Widerlegung, als der, welche durch die Mittheilung der in diesen Abhandlungen enthaltenen Thatsachen geliefert wird. Denen aber, welche sagen, ein Zweck könne nicht *bewiesen* werden, antworten wir so: Wir sind mit Verstandeskräften begabt, vermittelst welcher wir gewisse abstracte Wahrheiten oder nothwendige Voraussetzungen erkennen, welche wir nicht bezweifeln dürfen, ohne an unserem eigenen Dasein zu zweifeln. Wir sind ferner mit andern Fähigkeiten begabt, durch welche wir das Daseyn *äußerer* Dinge zu erkennen und ihre Eigenschaften zu vergleichen vermögen; aber so weit wir unterscheiden können, ist weder das Dasein dieser äußeren Dinge selbst, noch das Wesen ihrer Eigenschaften *nothwendig*: sie könnten ganz anders sein, als sie sind, ja sie könnten gar nie gewesen sein. Nun aber schreibt sich unsere Erkenntniß von den Merkmalen eines Zweckes auf dem Gebiete der Natur ganz von jenen Fähigkeiten her, durch welche wir das Dasein äußerer Gegenstände erkennen und ihre Eigenschaften mit einander vergleichen. Also kann weder für noch gegen das, was wir die Zweckmäßigkeit der Natur nennen, etwas dargethan werden durch einen auf *Nothwendigkeit* gestützten Beweis, d. h. durch einen *apriorischen*, auf rein abstracte Wahrheiten oder nothwendige Voraussetzungen gegründeten Schluß, und alle solche Versuche müssen nicht nur unbefriedigend, sondern albern ausfallen.

Am Anfange dieser Einleitung haben wir ein Beispiel von dem Gange des Schlusses gegeben, auf welchen wir unsern

Glauben an die Wirksamkeit eines vernünftigen Schöpfers stützen. Eine Handlung, welche wir zu einem gewissen Zwecke verrichten, nennen wir eine zweckmäßige Handlung. Nun sehen wir, daß auf dem Gebiete der Natur dieselbe Wirkung durch die Anwendung derselben Mittel hervorgebracht wird, welche wir selbst gebrauchen. Wir sind des Willens und der Kraft uns bewußt, welche zur Vollbringung unserer Handlung erforderlich sind, und sehen mit Selbstgefühl, daß eine solche Handlung ohne unsere eigene oder eine ähnliche Thätigkeit nicht möglich ist. Daraus folgern wir, daß ohne eine äußere Wirksamkeit mit einem Willen und einer Kraft, wie die unsrigen sind, eine unserer Handlung ähnliche nicht hätte zu Stande gebracht werden können. Unser Glaube an die Wirksamkeit eines vernünftigen Schöpfers stützt sich also: auf unsere Erkenntniß der Gleichheit der in der äußeren Natur hervorgebrachten Wirkungen, und derjenigen, welche wir selbst hervorbringen, aus welcher Gleichheit der Wirkung wir unmittelbar die Gleichheit der Absicht folgern, — das Vorhandensein eines Zweckes, obgleich noch ohne Beziehung auf einen Zweckurheber; auf unser Bewußtsein, daß unsere Absicht von uns ausgeht, als den Urhebern derselben, woraus wir schließen, daß der Zweck, welcher in der äußeren Natur sich darlegt, einen ähnlichen Ursprung haben müsse, d. h. daß das Dasein eines Zweckes das Dasein eines Urhebers desselben beweise; auf den gleichmäßigen Character des an den Gegenständen der Natur sich offenbarenden Zweckes, in welchem der Mensch die Schöpfung jener Gegenstände erkennt, und so auf die Folgerung des Daseins eines Schöpfers geleitet wird. Nun läßt dasselbe Vernunftvermögen, welches den Menschen befähigt, aus den Gegenständen um ihn her auf einen Schöpfer zu schließen, ihn in diesem Schöpfer auch den Schöpfer seiner selbst und seiner Fähigkeiten erkennen. Schließt er daher von seinen eigenen Handlungen auf die des Welturhebers, obgleich er sich bewußt ist, vom Endlichen auf das Unendliche, von der Schwachheit auf die Allmacht zu schließen, so dringt sich ihm doch, wenn er überlegt, von wem er seine

Vernunft hat, die Ueberzeugung auf, daß seine Art zu schließen, wenn sie mit derjenigen übereinstimmt, welche der Schöpfer äußert, keine andere sein kann, als diese. Und da diese Ueberzeugung sich auf die Beschaffenheit des menschlichen Geistes gründet, so kann sie nicht bestritten werden, ohne daß man zugleich Denjenigen bestreitet, von welchem der menschliche Geist so eingerichtet worden ist.

So ist der Beweis für die Zweckmäßigkeit der Welt, obgleich nicht auf Nothwendigkeit im strengen Sinne des Worts gegründet, doch von gleicher Stärke mit dem für unser Wissen von dem Dasein einer Außenwelt und unserer Verbindung mit ihr. Speculative Köpfe mögen das Vorhandensein aller äußeren Dinge, ja sogar ihr eigenes läugnen, aber da sie dabei fortfahren, wie andere Leute zu handeln, so ist es schwer zu glauben, daß es ihnen Ernst damit sei. Wir wenigstens verwerfen alle solche Speculationen als nichtswürdige Täuschungen und behaupten zu Gunsten der Ansicht des gemeinen Menschenverstandes von dem Dasein und Ursprung der Dinge, daß Zweck Zweck ist, mag er sich nun in den Werken der Menschen, oder in denen ihres Schöpfers äußern; eine Ansicht, welche von den Weisen und Guten aller Zeitalter angenommen worden ist, alle Wahrscheinlichkeit auf ihrer Seite hat, und unter allen andern allein dem Menschen seine wahre und natürliche Stellung unter den Geschöpfen erweist. Zwar, wenn sich der Mensch mit dem Weltall vergleicht, so scheint seine Unbedeutendheit ihn völlig niederschlagen zu müssen; aber der Beweis von jenem Zwecke versichert ihn, daß er, so unbedeutend er auch scheinen mag, durch die Auffindung der um ihn herrschenden Ordnung und Harmonie wahrhaft gottähnliche Fähigkeiten äußert, daß seine Vernunft, obgleich dem Grade nach beschränkt, doch vermöge ihres Wesens unsterblich sein muß, und so von der des großen Weltbaumeisters nur dadurch sich unterscheidet, daß sie nicht unendlich ist. Und daher das edle Verhältniß, in welchem sich der Mensch mit Recht seinem Schöpfer gegenüber fühlt! daher jene tiefe Sehnsucht nach einem künftigen Zustande, wo seine Erkenntniß vollkommen werden

und er nicht länger „durch einen dunkeln Spiegel“ sehen wird — Gedanken, welche Frucht und Lohn seiner Vernunft zugleich sind und ihn weit über alle andern Geschöpfe erheben.

Wir haben den Beweis für die Zweckmäßigkeit der Welt durch eines jener einleuchtenden Beispiele von der Benützung von Mitteln zur Hervorbringung eines bestimmten Erfolges auf dem Gebiete der Natur, welche dem Menschen den Glauben an das Dasein eines Zweckes und eines Zweckurhebers aufdringen, klar zu machen gesucht. In Vergleich mit der Ausdehnung der Schöpfung jedoch sind die Fälle, in welchen der Mensch so die Zwecke seines Schöpfers erforschen kann, so zahlreich sie auch scheinen, in der That nur wenige. Der Mensch sieht nicht blos auf gewisse Erfolge abzielende Mittel, sondern auch durch Mittel erreichte Erfolge, welche er durchaus nicht begreifen kann. Auch bemerkt er allenthalben Dinge, deren Beschaffenheit und Bestimmung sein Verständniß völlig übersteigen, und in Betreff welcher er sich mit blosen Folgerungen des Daseins eines Zweckes begnügen muß.

Der Beweis für die Zweckmäßigkeit der Welt umfaßt also in seiner allgemeinen Gestalt wenigstens drei Klassen von Gegenständen: — 1) Solche Gegenstände, in Beziehung auf welche die Schlußart des Menschen mit der von seinem Schöpfer an den Tag gelegten übereinstimmt, wie die oben angeführte Bekleidung, oder solche, bei denen der Mensch den Zwecken seines Schöpfers bis zu einem gewissen Grade folgen kann, wie bei verschiedenen Erscheinungen, welche den Gesetzen der Größe unterworfen sind, z. B. mechanischen u. s. w. 2) Solche Gegenstände, bei welchen der Mensch blos die Vorbereitungen und die Resultate oder die Erreichung des Zweckes sieht, ohne im Stande zu sein, die Mittel zu dieser Erreichung in ihren Einzelnheiten zu verfolgen, wie dieß bei allen Erscheinungen und Prozessen der Chemie der Fall ist. 3) Solche Gegenstände, bei welchen man einen Zweck zwar folgert, bei dem er aber eben so verborgen ist, wie die Mittel, durch welche er erreicht wird, z. B. das Dasein der Fixsterne, der Kometen, des organischen Lebens und eigentlich alle großen und geheimnißvolleren Erscheinungen der Natur.

Die Bestimmung dieser Abhandlungen ist, die mannigfaltigen Beweise für die zweckmäßige Einrichtung der Welt auf dem Gebiete der Natur hervorzuheben und aus denselben das Dasein und die Eigenschaften des Schöpfers abzuleiten. Die folgenden Blätter beschäftigen sich, mehr ins Einzelne gehend, mit der Darstellung derjenigen Beweise, welche von Gegenständen aus der zweiten der drei oben angeführten Klassen hergenommen sind, namentlich solcher, bei welchen der Zweck besonders ins Auge springt, obgleich wir die Mittel nicht aufzeigen können, wodurch derselbe erreicht wird.

Erstes Buch.

Chemie.

Vorläufige Bemerkungen über die Stellung, welche die Chemie als Wissenschaft einnimmt, und von ihrer Benützung zu dem Beweise für die Zweckmäßigkeit der Welt.

„Die Chemie bietet nicht dieselbe Art von Beweis für die Zweckmäßigkeit der Welt dar, wie der Mechanismus der letzteren, aber dennoch liefert sie einen in hohem Grade befriedigenden.“ Diese Bemerkung des trefflichen Paley wurde von ihm nur in Beziehung auf einen besonderen Gegenstand gemacht, aber die folgende Skizze, welche die Grundlagen, auf welchen die Chemie als Wissenschaft ruht, und die Stellung nachweist, welche sie unter den Zweigen des menschlichen Wissens einnimmt, wird zugleich die allgemeine Gültigkeit jener Bemerkung darthun.

Eine gelehrte Untersuchung über den Ursprung und die Beschaffenheit des menschlichen Wissens würde hier völlig am unrechten Orte sein. Wir werden uns mit einer blosen Betrachtung desselben, nach seinen, in der Einleitung angegebenen zwei Seiten, begnügen, nämlich des Wissens von dem, was sein muß, d. h. von demjenigen, wovon wir uns nicht vorzustellen vermögen, daß es gar nicht, oder anders, als es ist, dasein könnte, und was daher auf die Vernunft (oder Nothwendigkeit) sich gründet; und des Wissens von demjenigen, was blos ist, ohne daß wir jedoch das Wie oder Warum kennen, und für dessen Dasein wir daher keine Bürgschaft haben, als das Zeugniß unserer Sinne. Das Einzige von der ersten Art, was in unsere jetzige Untersuchung besonders gehört, ist das Wissen von der Größe und ihren Verhältnissen im Allgemeinen, von

der zweiten Art, das von gewissen Naturerscheinungen, deren Betrachtung den eigentlichen Gegenstand dieses Werkes ausmacht. Der Hauptunterschied zwischen diesen zwei wichtigen Zweigen des menschlichen Wissens. kann wohl schwerlich treffender bezeichnet werden, als in folgender Vergleichung eines berühmten Schriftstellers. „Ein Mann von Kopf,“ sagt J. Herschel, „könnte, wenn man ihn allein einschließen und ihm unbeschränkte Zeit lassen würde, für sich selbst alle Wahrheiten der Mathematik auffinden, indem er von jenen einfachen Begriffen von Raum und Zahl ausginge, deren er sich nicht entschlagen kann, ohne daß er aufhört zu denken; aber durch keine Anstrengung seiner Vernunft vermöchte er auszumitteln, was aus einem Stück Zucker wird, wenn man es ins Wasser taucht, oder welchen Eindruck eine Mischung von gelb und blau auf sein Auge hervorbringen würde; Ergebnisse, deren Kenntniß blos durch Erfahrung erlangt werden kann.“

So können also die Extreme des menschlichen Wissens einerseits als rein auf die Vernunft, andererseits als rein auf die Sinne gestützt, betrachtet werden. Nun aber liegt ein sehr großer Theil unseres Wissens, und gerade derjenige, welcher für den wichtigsten angesehen werden kann, zwischen beiden Extremen, und fließt aus einer Verbindung oder Mischung derselben, d. h. er entspringt aus der Anwendung von Vernunftgesetzen auf die Erscheinungen der Natur. In Betreff des, auf die Vernunft sich gründenden Wissens, ist unser Geist so eingerichtet, daß, mögen wir nun jene oben angedeuteten ursprünglichen Begriffe von Raum, Zeit, Kraft u. s. w. uns abstract denken, oder sie in Verbindung mit den Gegenständen der Sinne um uns her betrachten, wir sie nicht von der Größe trennen können, welche ihrem eigentlichen Wesen einverleibt zu sein scheint. Die Größe mit ihren Verhältnissen ragt daher in der einen oder in der andern Gestalt als ein nothwendiges Element in den bei weitem größten Theil des menschlichen Wissens herein. Nun sind aber die Grundverhältnisse derselben ausnehmend einfach: eine Größe kann einer andern gleich seyn, oder größer als eine andere, oder kleiner; ein weiteres Verhältniß vermögen wir uns

nicht zu denken. Daher können alle Operationen der Mathematik — der Wissenschaft von der Größe und ihren Verhältnissen — so dunkel und verwickelt sie auch scheinen, doch zuletzt auf Addition und Subtraction zurückgeführt werden.

Besonders also sind wir vermittelst der Verhältnisse der Größe im Stande, über die Sinnenwelt befriedigend zu urtheilen; denn, da jedes Ding in der Natur, oder was dasselbe für uns ist, jeder von einem Naturgegenstande hervorgebrachte Sinneneindruck dem von einem andern hervorgebrachten entweder gleich oder ungleich, ähnlich oder unähnlich sein muß, so kann alles, mehr oder weniger vollständig, den Gesetzen der Größe unterworfen werden. Dies wird auf verschiedenen Wegen und durch verschiedene Künste bewerkstelligt, aber besonders durch die Zuhülfenahme gewisser natürlicher oder angenommener Einheiten oder Maße zum Zwecke der Vergleichung, wie z. B. eine Sekunde in der Zeit, ein Fuß im Raume u. s. w. und im Verhältniß als der Charakter dieser Einheiten oder Maße mehr oder weniger beschränkt, ihre Anwendbarkeit mehr oder weniger vollkommen ist, wird der daraus sich ergebende Zweig des Wissens einen mehr oder weniger mathematischen Character an sich tragen, oder mehr oder weniger rationell und vollendet sein.

Durch die abstracte Betrachtung der schrankenlosen Verhältnisse der Zeit und des Raums, wo keine Gränze der Addition und Subtraction gedacht werden kann, gelangen wir zu den einzigen Begriffen von Unendlichkeit, deren unsere Natur fähig zu sein scheint. Sind aber diese einmal gewonnen, so führt uns das augenscheinliche und nothwendige Dasein einer Ursache in dem engen Kreise unserer Beobachtung ganz natürlich auf die Frage, ob diese Ursache unendlich sein könne? und so werden wir von Stufe zu Stufe unwiderstehlich zu dem höchsten aller Schlüsse fortgerissen, zu dem, daß es eine Ursache oder Kraft geben müsse, welche in jeder Hinsicht unendlich — allwissend und allgegenwärtig, ewig und allmächtig — ist, mit andern Worten — einen Gott.

In Vergleich mit der Unendlichkeit jedoch und sogar mit den Gegenständen der Natur, wie sie uns sichtbar umgeben, ist

unsere Kenntniß von Zeit und Raum ausnehmend beschränkt. Gleich Reisenden auf einer weiten Ebene sehen wir, was in dem gegenwärtigen Augenblicke um uns vorgeht, aber das Entferntere und das ganz Nahe, das Vergangene und das Künftige ist uns gleich unbekannt. Wenige Millionen Meilen z. B. oder wenige tausend Jahre sind das Größte, was wir von Raum und Zeit kennen. Auf der andern Seite ist über den Bruch eines Zolls oder einer Secunde hinaus alles zum Raume und zur Zeit Gehörige ununterscheidbar für unsere Sinne. Dennoch wissen wir, daß jenseits dieser Schranken Myriaden von Raum- und Zeittheilen bestehen müssen, welche zu ungeheuer oder zu winzig sind, um noch mit unsern unvollkommenen Maßen gemessen zu werden. Nehmen wir z. B. die Entfernung des nächsten Fixsternes. Diese Entfernung, so versichern uns die Astronomen, ist so groß, daß der größte Maßstab, welchen wir anlegen können, der Durchmesser der Erdbahn, ein Raum von nicht weniger als 192 Millionen engl. Meilen durchaus zu klein zur Messung derselben ist. Andererseits werden wir bald finden, daß die Molecülen oder kleinsten Theile der Materie, aus welchen wir die Gegenstände um uns her zusammengesetzt sehen, so winzig sind, daß ein von dem unbewaffneten Auge kaum erkennbares Maß — der tausendste Theil eines Zolls z. B. — viel zu groß ist, um sie damit zu vergleichen, und in der That Millionen derselben enthalten mag.

Die Erfahrung, diese große und letzte Quelle alles des Wissens, das wir von denjenigen Theilen der Natur besitzen, auf welche unsere Sinne und Fähigkeiten beschränkt sind, kann auf zweierlei Wegen erlangt werden, nämlich entweder durch blose Beobachtung der Erscheinungen ohne einen Versuch, dieselben künstlich herbeizuführen, oder die Umstände zu verändern, unter welchen sie eintreten; oder durch Anregung der Ursachen und Kräfte, welche in unsere Erkenntniß fallen, durch absichtliche Veränderung ihrer Verbindungen und Beobachtung der Wirkungen, welche daraus entstehen. Nun ist in allen denjenigen höheren Gebieten des Wissens, deren Gegenstand besonders in der Materie und deren Bewegungen im Ganzen besteht, die Belehrung, welche wir auf einem dieser Wege, oder auf beiden erwer-

ben können, so vollständig und zugleich für die Anwendung der Größenverhältnisse so günstig, daß die daraus fließenden Wissenschaften die volle Gewißheit abstracter Wahrheiten haben. Sobald aber die Erkenntniß, welche wir von Gegenständen besitzen, rein auf den Sinnen beruht, und dieselben den mathematischen Maßstab entweder gar nicht, oder nur ganz unvollkommen zulassen, so beginnt eben damit die Ungewißheit. Denn, wenn wir auch im Stande sind, die offenbare Ursache und Wirkung einer einzelnen Erscheinung zu erkennen, so gewährt uns doch selbst die allersorgfältigste Beobachtung oft nur einen schwachen Blick in den Zusammenhang beider, und meistens fehlt uns ein solcher ganz. Der Grund dieses Mangels ist in der Beschränktheit unserer Fähigkeiten und besonders in unserer völligen Unkenntniß der Beschaffenheit jener geheimnißvollen Verbindung zu suchen, worin wir vermittelst der Sinne mit der Außenwelt stehen. Bei zwei Sinnen zwar, denen des Gesichts und Gehörs, sind wir im Stande, den zwischen dem äußeren, die Empfindung hervorbringenden Gegenstande und zwischen der Empfindung selbst liegenden Erscheinungen nachzugehen und uns sogar von der entfernten Ursache des Sinneneindrucks eine Vorstellung zu bilden; aber bei den zwei andern Sinnen, denen des Geschmacks und Geruchs, ist das Ganze vom Anfange bis zu Ende in ein geheimnißvolles Dunkel eingehüllt.

So hat die Naturforschung genügend nachgewiesen, daß, wenn man eine Glocke zieht, eine in derselben hervorgebrachte und durch ihre Elasticität mögliche, zitternde Bewegung der Luft mitgetheilt und durch diese Vermittlerin bis zu dem Ohre fortgepflanzt wird, in welchem Organe sodann, warum, wissen wir nicht, die Empfindung des Schalls entsteht. Ganz ähnliche Umstände werden in Beziehung auf das Licht vorausgesetzt, und man hat nachgewiesen, daß kleine Wellen vom Lichtkörper bis zum Auge sich verbreiten, so daß als die entfernte Ursache des Schalls und wahrscheinlich auch des Lichts die Bewegung angesehen werden darf. Aber beim Schmecken und Riechen sind die Umstände völlig anderer Art: hier werden die Geschmack und Geruch besitzenden Körper zugleich in wirkliche Berührung mit

den empfindenden Organen gebracht, und die Sinneneindrücke sind ohne weitere Zwischenerscheinungen, wenigstens ohne solche, welche wir zu erkennen vermöchten, die Wirkungen davon. Was daher bei einer Säure oder einer Rose das der Bewegung bei einer Glocke Entsprechende ist, was die Sinneneindrücke hervorbringt, welche wir sauer und wohlriechend nennen, wissen wir nicht und werden es wohl nie erfahren, weil die Gesetze und Verhältnisse der Größe hier entweder völlig unanwendbar sind, oder nur mittelbar und sehr unvollkommen angewendet werden können.

Diese Bemerkungen haben wir mit besonderer Beziehung auf denjenigen Zweig des Wissens gemacht, mit welchem wir uns jetzt zu beschäftigen haben. Beinahe alles das, was man die chemischen Eigenschaften der Körper nennt, ist mehr Gegenstand des Geschmacks und Geruchs, als des Gesichts und Gehörs. Daher lassen sie nur eine mittelbare Anwendung der Gesetze der Größe zu und sind nicht das Ergebniß der reinen Vernunft, sondern der Erfahrung. Die Chemie ist in der That so sehr das Geschöpf erfahrungsmäßiger Untersuchung, daß ihre einfachsten Wahrheiten selten von der Vernunft vorausgesetzt worden sind. Tausende von Jahren der Beobachtung und Erfahrung hatten z. B. die Menschheit nicht gelehrt, daß das Wasser aus zwei elementarischen, gasartigen Stoffen bestehe, und noch viel weniger die Verhältnisse, in welchen diese Stoffe zur Bildung des Wassers sich vereinigen. Ja sogar jetzt, wo diese Thatsache aufs deutlichste dargethan ist, sind wir nicht im Stande, zu errathen, warum es sich so verhält, oder auch nur die Beschaffenheit der Vereinigung, oder ihr Ergebniß zu begreifen. Bei allen chemischen Operationen befinden wir uns daher, um mich der Worte Paley's zu bedienen — „ganz in der Lage eines der Mechanik unkundigen Zuschauers, welcher bei einer Maschine, einer Kornmühle, Krempel- oder Dreschmaschine steht, deren Bau durch ihre Außenseite seinem Auge verborgen, oder wenn er ihn auch sehen würde, zu zusammengesetzt ist, als daß er bei seinem Mangel an den dazu erforderlichen Kenntnissen ihn verstehen könnte. Und was ist das," so fährt dieser Schriftsteller fort,

„für eine Lage? Trotz seiner Unwissenheit sieht er wohl, daß gewisse Stoffe, indem sie durch die Maschine gehen, bemerkbare Veränderungen erleiden, und was noch mehr ist, Veränderungen, welche augenscheinlich auf einen künftigen Gebrauch abgesehen sind. Ist es nun nothwendig, daß dieser Mann, um überzeugt zu werden, daß eine Absicht, ein Zweck, ein Plan bei der Maschine wirke, sie in ihre Theile zerlegen und ihren Bau untersuchen kann? Er mag dieß zwar aus manchen Gründen wünschen, aber zu dem Zwecke, sich von der Wirklichkeit einer Absicht und eines Planes beim Bau der Maschine zu versichern, bedarf er keines solchen Eindringens in ihre Geheimnisse. Was er sieht, ist hinreichend. Die Wirkung, welche auf den Stoff hervorgebracht wird, die Veränderung, welche mit demselben vorgeht, der Nutzen dieser Veränderung zu fernerem Gebrauche beweist, mag nun der verborgene Theil der Maschine oder ihrer Einrichtung sein, wie er will, deutlich genug die Hand und Thätigkeit eines Urhebers.“

Hiemit haben wir versucht, die Stellung, welche die Chemie unter den Zweigen des menschlichen Wissens einnimmt, und die Art des Beweises, welchen sie für das Vorhandensein eines Zweckes in der Welt liefert, darzuthun. Der ganze Beweis kann kurz so zusammengefaßt werden: Die Chemie ist ein Zweig des Wissens, welcher sich wegen der Erscheinungen, von welchen wir keinen Grund angeben können, blos auf Erfahrung gründet. Aber obgleich das innere Wesen der Veränderungen uns unbekannt ist, so sehen wir sie doch augenscheinlich auf gewisse Wirkungen abzielen, und da zur Hervorbringung gewisser Wirkungen benützten Gegenständen, wo alle dazwischen liegenden Erscheinungen beobachtet und verstanden werden können, stets ein Zweck zu Grunde liegt, so folgern wir natürlicherweise auch bei andern augenscheinlich dieselbe Richtung habenden Gegenständen einen Zweck, wenn wir auch ihre innere Beschaffenheit nicht zu erkennen vermögen. In dieser Form hat Paley den Beweis aufgestellt, und obgleich wir zugeben, daß er sogar in seiner ausgebildetsten Gestalt weniger befriedigend ist, als der auf den Mechanismus gegründete, so

haben wir doch stets gedacht, daß unser trefflicher Schriftsteller aus seinem Gegenstande nicht ganz so viel gemacht habe, als er wohl hätte dürfen, und daß gerade die Unvollkommenheiten und Schwierigkeiten der Chemie und der mit ihr verwandten Zweige des Wissens ihnen einen Vorzug vor dem Mechanismus geben. Wenn eine Anzahl von Rädern oder Hebeln in eine gewisse Ordnung gebracht wird, so müssen dieselben irgend eine Bewegung und Wirkung hervorbringen, welche genau vorausgesagt werden kann. In einem solchen Falle können wir den Verstand und Scharfsinn des Erfinders bewundern, oder vielleicht über seine Macht erstaunen, aber schwerlich wird mehr geschehen; denn viel von dem Eindrucke geht durch die augenscheinliche Nothwendigkeit des Ergebnisses und durch das Bewußtsein verloren, daß unter den gegebenen Umständen nichts Anderes hätte geschehen können. Wenn daher die Gottheit vermittelst des Mechanismus wirkt, so scheint sie dabei fast zu augenscheinlich ihre Macht in die Schranken der Nothwendigkeit zu drängen; aber wenn sie vermittelst der Chemie wirkt, deren Gesetze weniger am Tage liegen, und in der That dem größten Theile nach uns unbekannt sind, so erscheinen ihre Wirkungen, weil sie mehr den Charakter einer freien Schöpfung an sich tragen, in einem höheren Lichte, und sind überraschender und wundervoller. Bekommen nicht z. B. die außerordentlichen und geheimnißvollen Veränderungen, welche beständig um, unter und in uns vorgehen, keine geringe Zugabe von Interesse eben dadurch, daß man sie nicht begreifen kann? gerade ein solches Interesse, um auf Paley's Beweis zurückzukommen, wie der in der Mechanik unerfahrne Zuschauer bei den Wirkungen einer Kornmühle, einer Krempel- oder Dreschmaschine es empfindet, und das demjenigen, welcher den Mechanismus kennt, fremd ist? Gewiß verhält es sich so. Augenscheinlicher Mechanismus, wenn er auch den Verstand und Zweck des Urhebers an den Tag zu legen vermag, ist nicht immer so gut dazu geeignet, die Aufmerksamkeit des Beobachters zu fesseln, weil gerade die Augenscheinlichkeit ihm gewissermaßen das Interessante benimmt. Aber wenn wir denselben Urheber noch außer dem

so schönen und künstlichen Mechanismus andere Mittel anwenden sehen, welche unser Verständniß weit übersteigen, obgleich er sie offenbar genau kennt, so ist die Anwendung solcher Mittel nicht blos darauf berechnet, unsere Aufmerksamkeit stärker zu fesseln, sondern uns zugleich mit höheren Begriffen von seiner Weisheit und Macht zu erfüllen.

Einer oder zwei andere Punkte sind jedoch noch übrig, welche kurz betrachtet werden müssen, ehe wir zu unserem Gegenstande schreiten. Für's erste kann gefragt werden, ob jene außerordentlichen Veränderungen, welche in den Körpern um uns beständig vorzugehen scheinen, wirkliche und wesentliche Veränderungen an den Körpern selbst anzeigen, oder ob sie blose Trugbilder und Geschöpfe der Sinnenwerkzeuge sind, durch welche wir sie zu erkennen meinen. Die Untersuchung dieser Frage wird zwar wahrscheinlich von den Meisten für überflüssig gehalten werden, aber mit Rücksicht auf Diejenigen, wenn es solche gibt, welche Zweifel hierüber hegen, mag bemerkt werden, daß die Sinneneindrücke, obgleich zugegeben wird, daß sie blose Anzeiger sind, welche geringe, oder keine Aehnlichkeit mit den sie hervorbringenden Ursachen haben, und daher wenig Licht auf ihre Beschaffenheit werfen, nichts desto weniger wirkliche und wesentliche Wirkungen in den Körpern selbst darstellen. Dieß könnte, wenn es nöthig wäre, durch verschiedene Beweise dargethan werden; aber einer der schlagendsten für die Wirklichkeit der chemischen Veränderungen läßt sich vielleicht daraus ableiten, daß gewisse mechanische Verrichtungen und Prozesse, welche in allen organischen Körpern sich finden, eben jenen unterworfen sind. Wenigstens der halbe Mechanismus eines lebenden Wesens unterliegt den chemischen Veränderungen, welche beständig in demselben vorgehen und zu seinem Dasein nothwendig sind. Man nehme z. B. den Umlauf des Blutes: was für ein künstlicher Apparat muß hier dem einfachen Zwecke dienen, das Blut der Wirksamkeit der Luft in den Lungen auszusetzen, damit es hier eine chemische Veränderung erfahre. Nun kann aber doch Niemand vernünftigerweise zweifeln, daß die letztere eben so gewiß Wirklichkeit

hat, als der Mechanismus, wodurch sie hervorgebracht wird; wird aber Einer chemischen Veränderung Wirklichkeit zugestanden, warum dann nicht allen?

Endlich, wenn es Einen gibt, welcher das Dasein eines Zweckes läugnet und in allen den augenscheinlichen Anordnungen um ihn her nichts sieht, als die nothwendigen Ergebnisse von dem, was er „die Naturgesetze“ zu nennen beliebt, so möge er mit Ruhe und Besonnenheit die Thatsachen erwägen, welche in den folgenden Blättern vorgelegt sind, und wenn er dann unüberzeugt alle die zahlreichen Beispiele von Fürsorge, welche offenbar mit Beziehung auf Dinge getroffen ist, die noch gar nicht existiren, alle die schönen und wunderbaren Anwendungen von schädlichen und einander widerstreitenden Elementen zu wohlthätigen Wirkungen, und endlich die Aufhebung eben seiner beliebten „Naturgesetze“ selbst, wo es eine besondere Absicht erfordert, — wenn er alles dieses zu sehen, und das Vorhandensein eines Zweckes dennoch zu bezweifeln vermag, so können wir nur bemerken, daß sein Geist sehr eigenthümlich organisirt und offenbar unter der Ueberzeugungsfähigkeit stehen muß.

Erstes Kapitel.

Von der wechselseitigen Wirkung der Naturkräfte und der Materie, sowie von den Gesetzen, welchen sie gehorchen.

„Es hat Gott gefallen, seiner eigenen Macht Schranken vorzuschreiben, und seine Zwecke innerhalb dieser Schranken auszuführen. Dergleichen Schranken sind wohl die allgemeinen Gesetze der Materie: ihre Trägheit, ihre Gegenwirkung, die Gesetze, nach denen sich die Bewegung, das Licht, die Wärme, der Magnetismus und die Electricität, und wahrscheinlich noch anderer noch unentdeckte Kräfte in ihrer Mittheilung richten.

Dieß sind allgemeine Gesetze, und wenn eine besondere Absicht ausgeführt werden soll, so geschieht dieß nicht dadurch, daß sich dieselben wenden und drehen und nach dem gegebenen Falle richten müssen (denn die Natur hält mit großer Beharrlichkeit an ihnen fest und sie aufrecht), sondern es geschieht, wie wir es bei dem Auge sehen, durch die Einschiebung eines Apparats, welcher diesen Gesetzen entspricht und dem Bedürfnisse angemessen ist, das aus ihnen hervorgeht. Gott beschränkt also selbst seine Macht, so daß er sie in ihrer vollen Aeußerung hemmt, und beurkundet dadurch seine Weisheit. Denn dann, nemlich, wenn solche Gesetze und Beschränkungen angeordnet sind, ist es, als ob ein Wesen gewisse Regeln festgesetzt und, wenn wir uns so ausdrücken dürfen, gewisse Stoffe herbeigeschafft, nachher aber einem andern Wesen das Geschäft übertragen hätte, aus diesen Stoffen und nach jenen Regeln eine Schöpfung hervorzubringen; eine Annahme, welche einer Urheberschaft offenbar Raum läßt, und sogar die Nothwendigkeit einer solchen in sich schließt. Ja es mag viele solche Kräfte und vielerlei Stufen derselben geben." Diese bewundernswürdige Stelle aus Paley ist so treffend und drückt unsere Ansichten in Beziehung auf die Naturkräfte so genau aus, daß wir sie, wie bei einer früheren Gelegenheit, zum Texte unserer Auseinandersetzung gewählt haben. Wir schreiten also jetzt zu einer Darstellung, "der Schranken, in welche die Gottheit ihre Wirkungen eingeschlossen hat," d. h. der Gesetze, nach denen die Materie und diejenigen untergeordneten Kräfte, welche auf die Materie Einfluß üben können, auf einander wirken.

Die Ursachen der Thätigkeit, oder die Kräfte, welche als untergeordnete Agenzien durch die ganze Natur wirken, können in zwei Klassen eingetheilt werden, nämlich in solche, welche allgemein auf jeden einzelnen Atom der Materie wirken, ohne Beziehung auf seine bemerkbaren Eigenschaften, wie die Kräfte, welche die Erscheinungen des Drucks der Schwere *) u. s. w.

*) Viele Einwendungen sind schon gegen den von Newton angenommenen Ausdruck vis inertiae gemacht worden. Allerdings,

hervorbringen, und in solche, welche unter den verschiedenen Moleculen wirken, und daher Molecular= oder Polarkräfte genannt werden. Von jeder dieser untergeordneten Agenzien werden wir fürs erste dem dieses Gegenstandes noch unkundigen Leser eine Vorstellung beizubrigen suchen.

Zweites Kapitel

Von der Trägheit und Thätigkeit der Materie.

Um uns von dem, was man die Trägheit oder Unthätigkeit der Materie nennt, einen Begriff zu bilden, wollen wir uns einen Theil derselben, etwa eine Bleikugel A vorstellen, welche von der ganzen übrigen Materie getrennt wäre, und ohne allen äußeren Einfluß im Raume existirte. Ist ein solcher Theil der Materie, der Voraussetzung nach in Ruhe, so muß er durchaus darin beharren, denn er kann sich nicht selbst bewegen; ist er aber in Bewegung, so kann diese nicht aufhören, denn er

---

von einer blosen inertia oder Unthätigkeit als von einer Kraft zu sprechen, ist offenbar sinnlos. Wir waren daher immer der Meinung derjenigen, welche diesen Ausdruck für einen unglücklich gewählten halten, weil er gleichsam blos eine Eigenschaft dessen, was in der Natur angezogen wird oder gegenwirkt, bezeichnet. Indessen sind wir vollkommen damit einverstanden, daß, was der Anziehung widersteht oder gegenwirkt, in gewissem Sinne ebenso gut eine Kraft genannt werden kann, als das was anzieht und wirkt; und von dem Mathematiker wird ein solches Widerstehen wirklich als eine Kraft betrachtet. Daher haben wir, wegen der Analogie mit dem Folgenden, die Voraussetzung zweier einander widerstreitender Kräfte, nemlich der inertia (aus Mangel an einem bessern Ausdrucke) und der Attraction, angenommen und beide die Schwerkräfte genannt.

vermag sich eben so wenig zur Ruhe zu bringen, als in Bewegung zu setzen: kurz ein Stück der Materie in dieser Isolation muß als vollkommen unthätig und als unfähig gedacht werden, seinen Zustand zu verändern, mag es nun gerade in Bewegung oder in Ruhe sein. Stellen wir uns ferner einen andern Theil der Materie vor, z. B. eine zweite Bleikugel **B**, genau von derselben Größe wie die **A**, in einem freien Raume in mäßiger Entfernung von **A**, und ohne alle andere fremde Einwirkung; was wird geschehen? Die allgemeine Erfahrung lehrt uns, daß unter diesen Umständen die zwei Kugeln mit einer gleichen, aber stets schneller werdenden Bewegung sich einander nähern werden, bis sie auf einem Puncte zusammentreffen, der genau in der Mitte zwischen denen liegt, auf welchen sie Anfangs sich befanden; und aus dieser Erfahrung muß der Schluß gezogen werden, daß die zwei Kugeln eine gegenseitige und gleiche Anziehungskraft ausüben, welche die Ursache ist, daß sie sich gegeneinander hinbewegen. Ist die Kugel **B** doppelt so groß, als die Kugel **A**, so werden sich ebenfalls beide einander nähern, aber anstatt daß dieses mit gleicher Schnelligkeit geschieht, wird die Kugel **B** nur Einen Fuß zurücklegen, während die Kugel **A** zwei zurücklegt; oder nimmt man einen äußersten Fall an und denkt sich die Kugel **B** ins Unbegrenzte, oder etwa eine Million mal größer, als die Kugel **A**, so werden sie auch gegenseitig auf einander wirken, und sich gegeneinander hinbewegen; aber die Bewegung der Kugel **B** wird unbemerkbar klein sein, während die der Kugel **A** die größtmögliche ist. Dieß sind Beispiele von der Trägheit und der Thätigkeit (Anziehungs-, Schwerkraft u. s. w.), welche alle Materie gegenseitig auf sich ausübt, und die Gesetze dieser Kräfte, so wie die der damit verbundenen Bewegungen, bestehen, so wie sie aus den angegebenen, oder aus andern Fällen, in welche einzugehen hier nicht der Ort ist, abgeleitet werden können, im Allgemeinen in Folgendem:

„Die gegenseitige Anziehungskraft zweier Körper nimmt in demselben Verhältnisse zu, in welchem ihre Masse zu- und ihre Entfernung abnimmt, und nimmt in demselben Verhältniß ab, in welchem ihre Masse ab- und ihre Entfernung zunimmt.“

Diese Gesetze sind ganz allgemein, und erstrecken sich nicht blos auf die äußersten von Menschen bisher erforschten Grenzen des Weltalls, sondern auch auf jede Form und jeden Zustand der Materie, ohne Ausnahme und ohne Beziehung auf die übrigen Eigenschaften derselben. Sie sind daher wahrscheinlich die weitesten Schranken, welche es der Gottheit gefallen hat, ihrer Macht vorzuschreiben, und innerhalb welcher dieselbe mit strenger und ausnahmsloser Regelmäßigkeit und Sicherheit wirkt. Auch haben sie die bemerkenswerthe Eigenschaft, daß sie den Gesetzen der Größe unterworfen sind, so daß sie in den meisten Fällen eben so sicher auf der Vernunft ruhen, als abstracte Wahrheiten selbst. Newton's Genie war dazu bestimmt, diese Gesetze der Menschheit zu enthüllen, und die Bekanntschaft damit darf wohl als eines der edelsten Vorrechte der letzteren betrachtet werden. Ihre Wunder im Einzelnen darzustellen, und die erhabenen Schlüsse, zu welchen sie führen, zu entwickeln, gehört in academische Vorlesungen; hier haben wir sie nur in ihrer allgemeinen Form, und, einen einzigen Gesichtspunkt ausgenommen, blos als Gegenstände der Vergleichung mit denjenigen zu betrachten, welche in unmittelbarerem Zusammenhange mit unserem eigentlichen Stoffe stehen.

Der Gesichtspunkt, den wir meinen, ist diejenige besondere Aeußerung der Schwerkraft, welche man Gewicht nennt. In unserer oben gegebenen Erläuterung von der Anziehungskraft der Materie dachten wir uns einen Fall, in welchem eine Kugel weit größer wäre, als die andere: nun aber findet ein solches Verhältniß genau zwischen der Erdkugel und allen in der Nähe ihrer Oberfläche befindlichen gewöhnlichen Körpern statt. Die Erde ist mehr als 1,000,000,000,000,000 mal so groß als irgend ein Körper, der auf ihre Oberfläche fällt, und wenn daher sogar der größte Körper, der in Betracht kommen kann, von einer Höhe von 500 Fuß herabfiele, so würde die daraus sich ergebende Bewegung der Erde weniger als den 1,000,000,000,000,000sten Theil von 500 Fuß betragen, was weniger als der 100,000,000,000ste Theil eines Zolls und daher völlig unbemerkbar wäre. Nun aber wird die An-

ziehungskraft, welche zwischen der Erde und von ihr losgetrennten Körpern sich äußert, Gewicht genannt. Daher richtet sich das Gewicht eines Körpers auf der Erdoberfläche nach seiner Masse, oder der Quantität der Materie, die er enthält, welches nun auch die Form, oder die Eigenschaften dieser Materie sein mögen — eine sehr wichtige Thatsache für den Chemiker, der, indem er die chemischen Eigenschaften der Körper als Anzeichen ihrer Gleichheit oder Verschiedenheit benützt, durch Jenes in den Stand gesetzt wird, den sichereren Maßstab des Gewichts an sie zu legen und sie so gewissermaßen unter die Herrschaft der Gesetze der Größe zu bringen.

Drittes Kapitel.

Von den Molecular- oder Polarkräften u. s. w.

Bei allen chemischen Operationen sind wir, wie schon oben bemerkt wurde, blos Zeugen des Anfangs und des Endes, der Ursache und der Wirkung, während die ganze Reihe der dazwischen liegenden Veränderungen unsern Sinnen entgeht. Nichts desto weniger sind wir im Stande, durch eine sorgfältige Beobachtung der Erscheinungen uns eine Vorstellung von jenen Vorgängen zu machen, und diese ist vollkommen hinreichend, uns von ihrer wundervollen Beschaffenheit zu überzeugen. Um daher solche Leser, welche mit diesen Wundern noch unbekannt sind oder sie allzugerne übersehen, darauf aufmerksam zu machen, haben wir es für passend gehalten, einen Ueberblick über das vorauszuschicken, was unter den winzigen Theilchen, woraus alle Körper bestehen, während der merkwürdigen Veränderungen, welche sie beständig erleiden, vorgehen muß. Und hier mag ein für allemal bemerkt werden, daß manche der gangbaren Ansichten über diese Gegenstände uns stets so unvollkommen und unbefriedigend erschienen, daß sie nach unserer Meinung, anstatt die Sache zu verdeutlichen, blos dazu gedient haben, sie noch dunkler zu machen. In

der folgenden Skizze haben wir daher, als für unsere Absicht besser geeignet, diejenige Ansicht darüber zu entwickeln gesucht, welche wir nach zwanzig Jahren fleißiger Beobachtung und nicht geringer Arbeit für die einfachste und den Erscheinungen am besten entsprechende halten müssen. Solche in dem weiteren Kreise der Leser, welche kein Interesse für dergleichen Untersuchungen haben, aber doch mit der Art der Beweise sich bekannt machen möchten, welche aus der Theilbarkeit und Molecular-Zusammensetzung der Materie abgeleitet werden können, verweise ich auf den Schluß dieses und der folgenden Kapitel, wo jene Beweise kurz zusammengefaßt sind.

Erster Abschnitt.

Von der Theilbarkeit der Materie.

Der erste Gegenstand, welcher bei der Betrachtung der Molecularwirkungen unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt, ist die Größe dieser Moleculen, ein Punct, welcher gewöhnlich in dem Kapitel über die Theilbarkeit der Materie abgehandelt wird. Man kann sich die Materie, oder besser den Raum, als in's Unbegrenzte theilbar vorstellen; wenigstens können keine Grenzen bezeichnet werden, über welche hinaus eine weitere Theilung durchaus unmöglich wäre. Dennoch aber kann nicht der geringste Zweifel sein, daß die Materie, wie sie in der Welt um uns her besteht, aus letzten Theilchen, oder Moleculen zusammengesetzt ist, welche einer weiteren Theilung oder Veränderung nicht mehr fähig sind, wenigstens nicht durch gewöhnliche Mittel. Die Gründe für diese Behauptung werden später erhellen; hier ist es zunächst unsere Absicht, dem weiteren Kreise der Leser eine Vorstellung von der Größe dieser Theilchen beizubringen, besonders, um zu zeigen, wie unendlich weit sie über den beschränkten Bereich nicht blos unserer Sinne, sondern beinahe unserer Fassungskraft hinausfallen. Jedoch hat dieser Gegenstand so sehr die Aufmerksamkeit der Philosophen auf sich gezogen, daß die meisten unserer Leser bereits damit vertraut sein müssen. Wir werden uns daher

mit der blosen Auswahl eines einzigen Beispiels aus jedem der drei Naturreiche begnügen.

Ein Beispiel aus dem Mineralreiche nehmen wir aus Dr. Thomson, welcher gezeigt hat, daß eine letzte Bleimolecule nicht mehr wiegen kann als den 1—310,000,000,000sten, und eine letzte Schwefelmolecule nicht mehr als den 1—2,015,000,000,000sten Theil eines Grans, und wahrscheinlich noch um ein gut Theil weniger wägen wird, und daß der Umfang der Bleimolecule nicht größer sein kann und wahrscheinlich viel kleiner ist als der 1—888,492,000,000,000ste Theil eines Cubikzolls. Das Pflanzenreich liefert uns unzählige Beispiele nicht blos von der außerordentlichen Theilbarkeit der Materie, sondern auch von ihrer Thätigkeit bei der fast unglaublich schnellen Entwicklung des Zellenbau's bei gewissen Pflanzen. So ist bekannt, daß der Bovista giganteum (eine Art Schwamm) in Einer Nacht die Größe eines Kürbiß erreicht. Nimmt man nun mit Professor Lindley an, daß die Zellen dieser Pflanze nicht mehr als den 1—200sten Theil eines Zolls im Durchmesser haben, so wird eine Pflanze von der obigen Größe nicht weniger als 47,000,000,000 Zellen enthalten; so daß sie, wenn sie im Laufe von 12 Stunden gewachsen ist, in jeder Stunde gegen 4000,000,000 Zellen oder mehr als 66,000,000 in einer Minute entfaltet haben muß, und wenn wir bedenken, daß jede dieser Zellen aus unzähligen Moleculen besteht, von welchen jede wieder aus andern zusammengesetzt ist, so werden wir ganz überwältigt von der Winzigkeit und Zahl der Theile, welche dieses einzige Erzeugniß der Natur enthält. Aber das Thierreich bietet uns vielleicht noch überraschendere Beispiele dar. So hat man Thierchen entdeckt, welche so unendlich klein sind, daß eine Million von ihnen auf ein Sandkorn geht. Und doch ist jedes dieser Geschöpfe aus Gliedern zusammengesetzt, welche eben so sorgfältig eingerichtet sind, als die der größten Thierarten. Sie haben Leben und freie Bewegung und sind mit Gefühl und Instinkt begabt; in den Flüssigkeiten, in welchen sie leben, sieht man sie mit erstaunlicher Schnelligkeit und Thätigkeit sich bewegen; auch sind diese Bewegungen keine blinde und zufällige, sondern offenbar durch Wahl geleitet, und

auf einen Zweck hin gerichtet. Sie haben Speise und Getränke, womit sie sich nähren, und sind also mit einem Verdauungsapparat versehen. Sie haben eine große Muskelkraft und besitzen starke und biegsame Glieder und Muskeln. Sie sind derselben Begierden fähig und denselben Leidenschaften unterworfen, wie die größten Thiere. Müssen wir nun nicht schließen, daß diese Geschöpfe Herzen, Arterien, Venen, Muskeln, Sehnen, Nerven, circulirende Flüssigkeiten und den ganzen Apparat eines lebenden organischen Körpers haben? Und wenn dieß so ist, wie unbegreiflich winzig müssen diese Theile sein? Wenn ein Kügelchen von ihrem Blute in demselben Verhältniß zu ihrem ganzen Umfang steht, wie ein Kügelchen von unserem Blute zu unserer Größe, welche Kunst der Berechnung kann einen angemessenen Begriff von der Kleinheit desselben geben?

Aber obgleich wir so gezeigt haben, daß die letzten Moleculen, aus welchen die Körperwelt zusammengesetzt ist, eine gewisse Größe nicht übersteigen können, so sind wir doch keineswegs gewiß, daß sie in der Wirklichkeit nicht noch viel kleiner sind — ja um ein gut Theil kleiner, als die kleinste Größe, von welcher wir uns oben eine Vorstellung zu bilden gesucht haben. Trotz dieser unbegreiflichen Kleinheit aber behalten die Moleculen alle Eigenschaften der Materie vollkommen bei und besitzen noch überdieß gewisse merkwürdige Eigenschaften, über deren Beschaffenheit wir jetzt einige wenige Bemerkungen machen wollen.

Zweiter Abschnitt.

Von den Formen der Zusammensetzung der Moleculen.

Die Materie in Masse, und wie sie in der Welt um uns her erscheint, ist uns hauptsächlich in drei Formen oder Zuständen bekannt: — als feste, als flüssige, und als gasförmige (in der letzteren ist zugleich der dampf- und luftförmige Zustand der Materie eingeschlossen). Diese drei Formen oder Zustände der Materie

sind an sich streng unterschieden, obgleich alle — die feste in die flüssige, und die flüssige in die gasartige Form — in so unmerklichen Graden in einander übergehen, daß es oft nicht leicht ist, zu sagen, wo eine aufhört, und eine andere beginnt. Die Begriffe, welche der Mechaniker oder Naturphilosoph seinen Untersuchungen über diese Formen der Körper zu Grunde legt, sind folgende: Fest ist ein Körper, bei welchem alle Theile unauflöslich, unveränderlich und undurchdringlich verbunden sind, so daß das jedesmalige Verhältniß derselben zu einander nicht verändert werden, noch ein Theil in Bewegung gesetzt werden kann ohne alle übrigen; ein flüssiger, dessen sämmtliche Theile sich zwar frei unter einander bewegen können, der aber durch mechanische Mittel nicht ausgedehnt oder zusammengepreßt zu werden vermag; ein gas- oder luftförmiger Körper endlich ist ein solcher, in welchem nicht nur alle Theile sich frei unter einander bewegen können, sondern der auch einer unbegrenzten Zusammenpressung und Ausdehnung fähig ist. Genau genommen gibt es jedoch der Wirklichkeit nach in der Natur keine Gegenstände, welche diesen Begriffsbestimmungen vollkommen entsprächen; weder feste z. B., welche absolut hart und undurchdringlich, noch flüssige, welche nicht der Zusammenpressung und Ausdehnung fähig wären, noch gasförmige, die in's Unbegrenzte zusammengepreßt weder ausgedehnt werden könnten. Und diese Thatsachen sind offenbar das nothwendige Ergebniß bei allen Gegenständen in der Natur, welche aus Verbindungen jener winzigen Moleculen zusammengesetzt sind. So müssen feste Körper nothwendig unzählige Zwischenräume oder Poren haben; preßt man sie daher zusammen, so werden sie immer mehr oder minder dichter und nehmen offenbar weniger Raum ein, als vorher. Dieselbe Bemerkung ist in Beziehung auf Flüssigkeiten zu machen, während gasförmige Körper, wenn sie aus solchen Moleculen bestehen, offenbar nicht in's Unbegrenzte zusammengepreßt werden können.

Dritter Abschnitt.

Von der festen Form der Körper. Die Krystallisation.

Feste Naturkörper zeigen eine große Mannigfaltigkeit von Eigenschaften, welche gewöhnlich secundäre genannt werden, und von denen viele von der größten Wichtigkeit sind, z. B. die Härte, Weichheit, Elasticität, Zähheit, Hämmerbarkeit, Sprödigkeit, Dehnbarkeit u. s. w., welche alle Jeder zu gut kennt, um hier einer Erklärung derselben zu bedürfen. Diese Eigenschaften rühren offenbar großentheils von einer ursprünglichen Verschiedenheit der Eigenschaften her, welche die Moleculen besitzen, aus denen jene Körper bestehen; aber eben so unzweifelhaft ist es, daß viele derselben mit der Art der Zusammensetzung genau zusammenhängen. Von dieser Art können wir uns in sehr vielen Fällen keinen bestimmten Begriff bilden; jedoch gibt es eine Form fester Zusammensetzung, die regelmäßige Krystallform, welche die Aufmerksamkeit weit mehr auf sich gezogen hat, als die übrigen, und über diese Form werden wir nun einige Bemerkungen machen. Als Beispiel für die Erläuterung wollen wir das Wasser wählen, welches wegen seiner wohlbekannten Eigenthümlichkeit, daß es, unter leichter Veränderung der Umstände, als fester, wie als flüssiger, dunst- oder gasförmiger Körper besteht, für unsere Absicht sehr passend ist, da wir so im Stande sind, dasselbe Beispiel durch die ganze Erläuterung hindurchzuführen. Für jetzt haben wir das Wasser in seiner festen Form als Eis zu betrachten. Jeder muß schon bemerkt haben, daß das Wasser, wenn es gefriert, verschiedene ebenmäßige Gestalten annimmt, wie wir dieß an einem kalten Morgen an unsern Fenstern auf's schönste sehen können. Diese Erscheinung bietet nun gerade ein bekanntes Beispiel von dem dar, was man Krystallisation nennt, eine Eigenschaft, welche offenbar die ganze wägbare Materie besitzt, und unter den dazu erforderlichen Verhältnissen sogleich äußert. Hiebei ist die Bemerkung gemacht worden, daß die von derselben Materie angenommene Form gewöhnlich eine ähnliche ist, oder nach sicheren und augenscheinlichen Gesetzen leicht von irgend einer allgemeinen Form abgeleitet werden kann. Es fragt sich jetzt um

die Eigenschaften, welche bei den letzten Wassermoleculen vorausgesetzt werden müssen, um die Bildung dieser ebenmäßigen Zusammensetzungen zu erklären.

Für's erste ist klar, daß die bloße Voraussetzung von gegenseitigen Anziehungskräften unter diesen Moleculen, welche den Schwerkräften analog oder mit ihnen identisch wären, zur Erklärung der Erscheinung nicht ausreicht. Besäßen die Moleculen der Körper bloß solche Eigenschaften, so könnte man sich zwar denken, daß sie sich an einander anhängen, und ihre Zusammensetzungen sogar eine Art Regelmäßigkeit zeigen würden; aber diese wäre sehr zufällig, und wahrscheinlich nie zweimal dieselbe. Daher könnte auch die äußerste Ausdehnung der Annahme uns doch nie in den Stand setzen, bloß aus solchen Kräften die Gleichheit der Form, welche nach der obigen Bemerkung immer von der gleichen Materie angenommen wird, zu erklären. Es ist daher einleuchtend, daß auf die Moleculen noch andere Kräfte Einfluß üben, als die der bloßen Trägheit und Anziehung. Worin bestehen aber nun diese Kräfte? — Ueber diesen Punct hat man verschiedene Ansichten geäußert. Einige nahmen an, die letzten Theilchen der Körper haben die nämliche Gestalt, wie die der Zusammensetzungen sei, welche sie bilden; ein Krystall z. B., dessen Form ein Kubus oder Würfel ist, entstehe durch die Verbindung einer Anzahl unendlich kleiner Kuben. Andern dagegen erschien diese Annahme so unwahrscheinlich und der gewöhnlichen Einfachheit der Naturwirkungen so widersprechend, daß sie dieselbe verwarfen und die wahrscheinlichere Vermuthung aufstellten, daß die kleinsten Moleculen entweder Kugeln oder kugelähnliche Körper seien, d. h. mehr oder weniger auf die Kugelform hinwirkende.*)

Vorausgesetzt nun, daß die letzten Moleculen der Körper Kugeln sind, welche Kräfte müssen diese Kügelchen haben,

*) Genau genommen ist diese Bemerkung vielleicht mehr auf die Formen, welche der Voraussetzung nach von den die Moleculen umgebenden Einflüssen angenommen, und von welchen alle Wirkungen der letzteren geleitet werden, als auf die Formen der Moleculen an sich anwendbar, welche, obgleich sie stets sphäroidische Einflüsse ausüben, doch in verschiedenen Fällen sehr verschiedene Gestalten haben müssen.

um fähig zu sein, sich an einander anzuhängen und die eben- mäßigen Gestalten zu bilden, welche wir bei Naturkörpern bemerken? Daß das Dasein der bloßen gegenseitigen und allgemeinen Anziehungskraft unter einer solchen Anzahl von Moleculen die Erscheinung noch nicht erkläre, ist bereits be- merkt worden; es müssen daher gewisse besondere Kräfte vor- handen sein, welche gleichartige Theilchen bestimmen, sich auf gleichartige Weise zu vereinigen, sonst könnte man die Gleich- heit der sich ergebenden Formen nicht begreifen. Bei den drei kleinen Kugeln, Fig. 1, sollen die Puncte E, E, E, und e, e, e, auf ihren Oberflächen folgende Eigenschaften haben: die gleichartigen Puncte E und E an zweien der Kugeln die Eigenschaft, einander gegenseitig abzustoßen, während bei den ungleichartigen Puncten E und e an zweien der Kugeln die Eigenschaft gegenseitiger Anziehung angenommen wird. In die- sem Falle werden die drei Moleculen sich sogleich mit einander vereinigen, nämlich E mit e, wie es Fig. 2 darstellt, aber auf keine andere Weise. Nun wollen wir annehmen, dieselben drei Kugeln besitzen an den Puncten M, M, M, und m, m, m, wie in Fig. 3, Eigenschaften, welche denjenigen ganz ähnlich wären, die sie an den Puncten E, E, E, und e, e, e, besitzen. Kugeln mit solchen Eigenschaften werden sich so- gleich vereinigen, wie in Fig. 4, nämlich E mit e, M mit m, aber auf keine andere Weise, und so haben wir statt einer bloßen Linie eine Ebene von Moleculen. Um die dritte Di- mension zu bilden, oder einen festen Körper zu bekommen, müssen die Moleculen, wie in Fig. 5, nicht bloß die anziehen- den Puncte, E, E, E, und e, e, e, M, M, M, und m, m, m, sondern auch die anziehenden Puncte M′, M′, M′, und m′, m′, m′, (den Punct m′, denke man sich dem Puncte M gegenüber liegend, so daß er außerhalb des Gesichtes liegt) haben. Moleculen mit solchen Eigenschaften werden sich sogleich vereinigen, wie in Fig. 6, aber auf keine andere Weise, und einen Kubus bilden, oder eine von diesem leicht abzuleitende Figur, und so, wenn man an unsern Kugeln, als eigenthüm- liche Theile ihrer Oberfläche, gewisse anziehende und abstoßende

Puncte annimmt, ist es nicht schwer, sich bei ihnen die Möglichkeit zu denken, daß sie Zusammensetzungen von jeder Gestalt bilden. Die nächste abzuhandelnde Frage ist nun die, wiefern wir berechtigt seien, solche scheinbar sehr willkührliche Annahmen in Betreff der Eigenschaften der letzten Moleculen aufzustellen. Gibt es denn Erscheinungen in der Natur, welche solche Schlüsse rechtfertigen, und worin bestehen sie? Und dieß veranlaßt uns, die Zusammensetzungen, welche wir beständig um uns her vorgehen sehen, einer weiteren, jedoch möglichst kurzen Untersuchung zu unterwerfen.

Diese Zusammensetzungen theilt man gewöhnlich in zwei bestimmt unterschiedene Arten ein, nämlich in solche, die von der bloßen Vereinigung gleichartiger Moleculen, z. B. des Wassers herrühren, von welchen letzteren für jetzt angenommen werden mag, daß sie durch ihre Verbindung keine Veränderung erleiden; und in solche, welche durch die Vereinigung ungleichartiger Moleculen entstehen, wodurch eine gegenseitige chemische Veränderung bedingt werden kann. Bei der letzteren Art der Zusammensetzung ist dann das Zusammengesetzte ein tertium quid, oder ein Drittes, das von jeder der ursprünglichen Moleculen, aus welchen es besteht, völlig verschieden ist. Nun aber gehen diese beiden Arten der Zusammensetzung offenbar in derselben Substanz vor sich, wenigstens in der festen Form. Bei dem Wasser findet fürs erste die chemische Zusammensetzung zwischen den ungleichartigen Moleculen des Wasserstoffs und Sauerstoffs statt, welche durch ihre Vereinigung eine Mischung gleichartiger Moleculen (eben das Wasser) bilden, während zweitens die Wassermoleculen, indem sie sich nach der einen Richtung chemisch und nach der andern cohäsiv vereinigen, den festen Krystall (das Eis) hervorbringen. So ist die chemische und die cohäsive Zusammensetzung eben so verschieden, als die Polaritäten selbst es sind, worauf sie beruhen, und bestände die eine Art der Zusammensetzung ohne die andere, so würde sich wahrscheinlich kein solches Ding, wie ein regelmäßiger, fester Krystall, in der Natur bilden.

Aus den obigen Ansichten von den Molecularkräften folgt, daß jede Molecule in einer Axe Kräfte und Eigenschaften besitzen muß, welche völlig verschieden sind von denen, welche sie (oder die Molecularzusammensetzung) in den zwei andern Durchmessern oder Axen besitzt. Diese Axen und ihre Polaritäten mögen der Unterscheidung halber die chemischen genannt und durch die Axe und Polaritäten E und e an den vorhergehenden Figuren dargestellt werden. Die zwei andern Durchmesser (und jeder andere Durchmesser, welcher von den entgegengesetzten Puncten der Oberfläche der Molecule durch das Centrum gezogen werden kann) besitzen wahrscheinlich gemeinschaftliche Eigenschaften und mögen die cohäsiven Durchmesser und Polaritäten genannt werden. Hiemit stände also das Dasein von zwei Kräften fest, nämlich einer Axial- und einer Aequatorial-Kraft, wenn wir uns dieser Ausdrücke bedienen dürfen. Die nächste Frage ist: bestehen wirklich Kräfte in der Natur, welche so sich auf einander beziehen, und welche sind es? Nun haben andere Beobachtungen außer Zweifel gesetzt, daß die electrischen und magnetischen Kräfte in dieser Beziehung zu einander stehen. Wir gehen daher zu einer kurzen Darstellung der Lehre von der Electricität und dem Magnetismus über.

Electricität. — Ferne liegt es unserem gegenwärtigen Zwecke, in Einzelnheiten über diesen und andere Zweige des Wissens, welche wir gelegenheitlich berühren müssen, einzugehen; daher werden wir uns mit einer kurzen Uebersicht ihrer Hauptgrundsätze begnügen. Allgemein angenommen scheint es zu sein, daß die Erscheinung der Electricität auf zwei Kräften beruht, die sich in der ganzen Natur gewöhnlich in einem Zustande des Gleichgewichts befinden, in welchem ihre eigenthümliche Wirksamkeit nicht erkennbar ist; daß dieses Gleichgewicht aber durch verschiedene Mittel, z. B. Reibung, aufgehoben werden kann, und daß, je nach der verschiedenen Fähigkeit verschiedener Körper, die electrischen Kräfte zu leiten und zu bewahren, diese theilweise getrennt und abgesondert festgehalten werden können, in welchem Zustande sie sodann

ihre eigenthümlichen Wirkungen zu äußern vermögen. Die letzteren bestehen darin, daß, wenn zwei im Uebermaße mit derselben Kraft gesättigte Körper einander genähert werden, sie sich gegenseitig abstoßen, während zwei mit den beiden verschiedenen Kräften gesättigte einander anziehen. Bei diesem Aufgehobensein des Gleichgewichts der beiden Kräfte ist zu bemerken, daß wir keineswegs annehmen, die zwei Kräfte seien völlig getrennt oder können es sein, so daß jede für sich in verschiedenen Körpern sich befände; sondern vielmehr, daß ein Theil von der Kraft des eines Körpers in den andern Körper übergeht, welcher zu gleicher Zeit einen entsprechenden Theil seiner entgegengesetzten Kraft zurücksendet; weßwegen jeder im Uebrigen gleiche Körper nach der Aufhebung des Gleichgewichts dieselbe Totalmasse der beiden Electricitäten enthält, wie vor derselben.

Dieß sind, so viel wir wissen, die allgemeinen Ansichten über die Grundgesetze der Thätigkeit und des Gleichgewichts der zwei electrischen Kräfte. Es gibt gewisse unmittelbar aus denselben hervorgehende Erscheinungen, welche wir, da sie die häufigsten und wichtigsten von allen denjenigen sind, die mit der Aufhebung des Gleichgewichts der zwei Kräfte in verschiedenen Körpern zusammenhängen, kurz erklären wollen: wir meinen das, was man gewöhnlich die Erscheinung der Induction nennt. Wird ein electrisirter Körper A, (d. h. ein Körper, in welchem das Gleichgewicht seiner electrischen Kräfte aufgehoben ist) in die Nähe eines andern, in seinem natürlichen Zustande sich befindenden Körpers B gebracht, was geschieht? Die Electricität E des Körpers A wirkt auf die entsprechende Electricität E in dem Körper B, und stößt sie an das andere Ende des Körpers B zurück, welches von dem Körper A am weitesten entfernt ist; zugleich wird die andere und entgegengesetzte Electricität e zu demjenigen Ende des Körpers B hingezogen, welches dem Körper A am nächsten ist. Der Körper B stellt daher, während der Körper A seinen Einfluß auf ihn übt, die volle Erscheinung der Electricität dar, und man sagt von ihm, er werde durch Induction electrisirt; wird aber der Körper A aus der Nähe des Körpers B entfernt, so tritt sogleich wieder das natür-

liche Gleichgewicht der Kräfte in dem Körper B ein, und alle Zeichen der Electricität verschwinden. Bei diesem Experimente gewinnt oder verliert keiner der Körper etwas.

Galvanismus. — Da wir von der Electricität sprechen, so wollen wir auch der wichtigen Modifikation derselben in Kürze erwähnen, welche man Galvanismus nennt. Diese Art der Electricität wird, anstatt durch Reibung hervorgerufen zu werden, gewöhnlich durch das gegenseitige Aufeinanderwirken verschiedener Metalle und chemischer Mittel hervorgebracht. Neuere Versuche haben jedoch gezeigt, daß die so entwickelten Kräfte sich in Nichts von denen der gewöhnlichen Electricität unterscheiden, sondern daß sie auf diesem Wege nur in weit größerer Quantität, obgleich mit geringerer Intensität, hervorgerufen werden, als durch die gewöhnliche Maschine; und daß viele der vorausgesetzten eigenthümlichen Wirkungen des Galvanismus die Folgen der Bewegung solcher großen Quantitäten jener Kräfte durch Körper von verschiedener Leitungsfähigkeit sind. Der Galvanismus hat neuerdings, wegen der Leichtigkeit, womit er zu den Zwecken des Chemikers gebraucht werden kann, sowie wegen des außerordentlichen Lichtes, das er auf manche chemische Erscheinungen geworfen hat, weit mehr Aufmerksamkeit auf sich gezogen, als die gewöhnliche Electricität. In der That verdankt der Chemiker seinen Wirkungen mehr als irgend einer andern, und wahrscheinlich wird er denselben künftig noch mehr zu verdanken haben. In den meisten Beziehungen jedoch fallen die Erscheinungen des Galvanismus so genau mit denen der Electricität zusammen, daß sie keiner weiteren Erläuterung bedürfen.

Magnetismus. — Die allgemeinen Erscheinungen und Gesetze des Magnetismus sind denen der Electricität sehr ähnlich. Es wirken hier offenbar ebenfalls zwei einander widerstrebende Kräfte, welche im Zustande des Gleichgewichts nicht erkennbar sind, wovon aber, wenn sie getrennt werden, jede ihre gleichartige von sich abstößt und ihre entgegengesetzte anzieht. So stoßen die zwei Nord- oder die zwei Südpole von zwei Magnetnadeln einander ab; aber der Nordpol der einen, und der

Südpol der andern Nadel ziehen einander an. Auch durch Induction, indem man einen andern Magnet in die Nähe bringt, werden Körper magnetisirt — ganz nach Analogie der Electrisirung. Jedoch unterscheidet sich der Magnetismus hauptsächlich dadurch von der Electricität, daß er offenbar nur auf wenige Körper, auf das Eisen und zwei oder drei andere, beschränkt ist, obgleich Beobachtungen in der letzten Zeit ein völlig neues Licht auf diesen Theil des Gegenstandes geworfen haben, welcher zunächst von uns zu betrachten ist. Bevor wir jedoch hierin weiter gehen, wollen wir einige wenige Bemerkungen über die bekannten Fragen machen: —

Was wird aus den zwei electrischen und den zwei magnetischen Kräften in dem Zustande des Gleichgewichts? Vereinigen sie sich zur Hervorbringung des nämlichen oder eines verschiedenen Ergebnisses? Und welches ist die Beschaffenheit dieses oder dieser Ergebnisse, und in welcher Form existiren sie um uns? Ueber diese Fragen sind verschiedene Ansichten aufgestellt worden, wovon eine annimmt, daß die electrischen und magnetischen Kräfte im Zustande des Gleichgewichts gleicherweise die Wärme hervorbringen; nach andern dagegen ist das Ergebniß ein anderes. Daß nun beide Kräfte mit der Wärme und dem Lichte ganz genau zusammenhängen, ist einleuchtend; aber es fragt sich um eine bestimmte Ansicht über die Art dieses Zusammenhanges.

Hiemit kommen wir an die Untersuchung der Verhältnisse der Electricität und des Magnetismus zu einander — einer Entdeckung, die wir Oersted verdanken, und welche zu den wichtigsten gehört, die in dem gegenwärtigen Jahrhunderte gemacht worden sind. Das Folgende ist eine kurze Darstellung von Oersted's Entdeckung. In Fig. 7 soll E, e den Drath vorstellen, welcher den Zink und das Kupfer verbindet, worein die Platten einer gewöhnlichen, in Thätigkeit sich befindenden galvanischen Batterie ausgehen. Aus dem bereits Gesagten erhellt, daß unter diesen Umständen zwei Ströme vorhanden sein werden, welche sich in entgegengesetzten Richtungen durch jenen Drath bewegen (die von dem Kupfer nach dem Zink

wird gewöhnlich die positive Electricität, und die von dem Zink nach dem Kupfer die negative genannt). Nun ist aber durch Versuche genügend erwiesen, daß unter diesen Verhältnissen außer jenen zwei Strömen noch zwei andere vorhanden sind, welche völlig die Eigenschaften der magnetischen Kräfte haben, und sich nicht in der Richtung des Draths, sondern in Kreisen, oder vielmehr Spirallinien rund herum bewegen. Die dem Nordpol der Magnetnadel entsprechende Kraft bewegt sich von der Rechten zur Linken um den Drath, wie seine Lage oben angegeben ist, während die dem Südpol des Magnets entsprechende Kraft sich in der entgegengesetzten Richtung, nämlich von der Linken zur Rechten, bewegt. Wird daher eine dünne Magnetnadel M, m, über dem Drathe E, e aufgehängt, so wird ihr Nordpol M durch den von der Linken zur Rechten sich bewegenden Strom, womit sie zuerst in Berührung kommt, und ihr Südpol aus dem nämlichen Grunde von dem entgegengesetzten Strome angezogen werden. Eine so aufgehängte Nadel wird folglich die in der Figur dargestellte Richtung annehmen, so daß sich nämlich ihr Nordpol M nach der linken Seite dreht; und wenn sie an ihrem Hängepunct rund um den Drath gedreht wird, so wird sie doch immer dieselbe Stellung im Verhältniß zu dem letzteren einnehmen. So, wenn sie unter dem Drathe angebracht wird, wird sie offenbar der entgegengesetzten Richtung folgen, wenn aber auf gleicher Ebene links, sich vertikal abwärts wenden, und wenn rechts, aufwärts.

Behalten wir diese Richtung der Ströme und Nadeln im Gedächtniß, so können wir jetzt von den ersteren absehen und uns allein mit der Richtung der letzteren beschäftigen. Setzen wir den Fall, zwei solcher verbindenden Dräthe, welche man sich als die chemischen Axen unserer Moleculen denken mag, seien so neben einander gestellt, wie in Fig. 8 und 9. Diese Dräthe nun werden in Folge der magnetischen Kraft, welche rund um sie strömt, je nach ihrer Lage einander gegenseitig anziehen oder abstoßen. Sind beide in der nämlichen Lage, wie in Fig. 8, so werden sie einander anziehen, wie man dieß aus der Richtung der Nadeln M m, M m, ersieht, von welchen

der Nordpol der einen dem Südpol der andern gegenüber liegt; wird aber einer der Dräthe umgekehrt, wie in Fig. 9, so werden sie einander abstoßen, da in diesem Falle die zwei gleichartigen Pole der Nadeln m, m, einander begegnen. Ein solches Verhältniß der magnetischen und galvanischen Wirksamkeit zeigt sich durchgehends, und neuere Beobachtungen haben zu der wichtigen Entdeckung geführt, daß dasselbe unter gewissen geringen Modificationen, gegenseitig ist, d. h. wenn man die magnetische Kraft in gerader Linie sich bewegen läßt, wird die galvanische Kraft rund um dieselbe strömen, gerade wie oben, den beschriebenen Gesetzen gemäß, die magnetische Kraft um die electrische strömte. Es lassen sich also electrische Funken, wie überhaupt alle Erscheinungen der Electricität, auch vom gewöhnlichen Magnet erhalten.

Ob Electricität und Magnetismus nur verschiedene Formen einer und derselben Grundkraft sind, die aus der verschiedenen Richtung ihrer Bewegung hervorgehen, oder ob verschiedene Kräfte; ob sie die Ursache oder die Wirkung der Polarität sind — das wollen wir hier nicht untersuchen; für unsern Zweck ist es hinreichend, zu wissen, daß sie auf die angegebene Weise unzertrennlich mit einander verbunden sind und bei allen Molecularverrichtungen wägbarer Körper wenigstens mitwirken, wenn sie auch nicht die unmittelbare Ursache derselben sein sollten. Und dieß führt uns wieder auf den Punct zurück, an den wir unsere Abschweifung über Electricität und Magnetismus angeknüpft haben.

Wir versuchten zu zeigen, daß die letzten Moleculen einer Materie zwei Arten von Polarität enthalten müssen, wovon die eine, welche wir die chemische Polarität nannten, von doppeltem Character ist und zwischen Moleculen und Moleculen überhaupt, vornehmlich aber zwischen Moleculen von verschiedener Materie existirt, die andere, welche wir als die cohäsive Polarität bezeichneten, unter gewissen Umständen die Cohäsion der Moleculen von gleicher Materie bestimmt. Wir versuchten ferner auseinanderzusetzen, wie diese Polaritäten in unsern Moleculen existiren oder vertheilt sein müssen, um die ihnen

angewiesenen Verrichtungen zu erfüllen, die wir sie wirklich in der Natur erfüllen sehen. Zuletzt haben wir gezeigt, daß die electrischen und magnetischen Polaritäten oder Kräfte sich wirklich auf einander beziehen und zwar genau auf dieselbe Art, wie wir es von der chemischen und cohäsiven Polarität angenommen haben. Es entsteht nun die Frage: Sind diese Kräfte identisch? Entspricht die electrische Polarität unserer Moleculen der angenommenen chemischen, die magnetische aber der cohäsiven?

Unbedenklich sagen wir: dieß scheint nicht allein höchst wahrscheinlich, sondern beinahe unumstößlich gewiß zu sein; dafür hoffen wir, außer den angeführten Gründen, später noch andere, ebenso schlagende beizubringen. Betrachten wir indessen den Gegenstand etwas aufmerksamer und hauptsächlich in Hinsicht auf einige scheinbare Einwendungen, die dagegen erhoben werden könnten. Für's erste ließe sich einwenden, daß es nach dem bekannten veränderlichen und launischen Character der electrischen Kräfte eine sehr gewagte Voraussetzung seie, sie können je in dieser bestimmten und bleibenden Form existiren, in der sie doch existiren müssen, wenn sie wirklich mit der Ursache der chemischen Verwandtschaft identisch sein sollen. Darauf läßt sich aber erwiedern, daß der Magnetismus Jahre lang in einem Körper verharren kann und auch wirklich verharrt; und da die Electricität eine unzertrennliche Begleiterin des Magnetismus ist, so muß dieser Kraft gleiche Beharrlichkeit zukommen. Ferner, wenn ein Theil Zink und ein Theil Kupfer mit einander in Berührung gebracht werden, so sind die electrischen Wirkungen, die sie hervorbringen, eben so beständig und dauernd, als die Metalle selbst. Demgemäß kann also der Beweis, den man auf den Mangel an Beharrlichkeit und Gleichförmigkeit der electrischen und magnetischen Kräfte gründet, genau betrachtet, von keinem Gewichte sein: denn denken wir uns die Moleculen aus zwei, dem verbundenen Kupfer und Zink analogen, Theilen zusammengesetzt, so dürfen wir annehmen, daß die Electricität und der sie begleitende Magnetismus, welche durch dieselben entwickelt werden, in ihrem Character eben so beständig sind,

als die sie entwickelnden Theile der Moleculen selbst. Was aber die die Einwendung betrifft, daß Electricität und Magnetismus, so weit wir diese Kräfte kennen, die Wirkungen und Erscheinungen der chemischen Verwandtschaft und Cohäsion nicht hervorzubringen und zu erklären im Stande seien, so läßt sich entgegnen, daß dem so sein mag, daß aber diese Kräfte, so weit unsere Kenntniß derselben reicht, wahrscheinlich rein zufällige und besondere Modificationen der wirklichen Kräfte sind, die in ihrer Grundform etwas ganz Anderes und uns völlig Unbekanntes sein mögen. Zum Belege hiefür läßt sich anführen, daß die Electricitäten der gewöhnlichen und die der galvanischen Maschine, offenbar wesentlich verschieden sind, während die Electricität im thierischen Körper offenbar wiederum eine andere ist als jene beiden. Ebenso ist der durch Electricität hervorgerufene Magnetismus vom gewöhnlichen etwas verschieden; und doch zweifelt jetzt Niemand mehr daran, daß diese Verschiedenheit ihren Grund in der verschiedenen Menge und Intensität eben derselben Kräfte habe, die sich so nach ihrer Grundform wahrscheinlich wieder von allen diesen Varietäten unterscheiden. In keinem Falle können wir sagen, daß die eine der letzteren mehr Grundform sei, als die andere; folglich haben wir auch kein Recht, anzunehmen, daß überhaupt eine davon Grundform sei, noch weniger aber dazu, auf diese Annahme einen Beweis zu gründen.

Ehe wir uns von dieser Betrachtung der Polaritäten und Polarkräfte weiter wenden, haben wir noch einige kurze allgemeine Bemerkungen über die Eigenschaften, in Beziehung auf welche diese Kräfte denen der Schwere ähnlich sind, und in Betreff deren sie sich von denselben unterscheiden, hinzuzufügen.

Die Schwerkräfte, Trägheit und Anziehung, scheinen verbunden zu sein und in jedem einzelnen Atom der im Universum vorhandenen Materie zu liegen; deßhalb zieht jedes Atom das andere an und wird von ihm angezogen. Die Polarkräfte dagegen sind offenbar getrennt und liegen in verschiedenen Theilen derselben Masse: deshalb kann diese nie ein mathematischer Punct (oder Atom?) sein, sondern muß aus wenigstens zwei Theilen bestehen, und daher muß auch, da alle Materie Polarität zu

besitzen scheint, dieselbe stets als Masse oder Molecule existiren, jede Molecule aber einen wirklichen Raum einnehmen. So sind also die Schwer- und Polarkräfte ganz verschieden. Die ersteren sind ursprünglich und wahrscheinlich so alt als die Materie selbst; die letzteren dagegen haben einen mehr secundären, abgeleiteten Character und sind offenbar jenen untergeordnet. Hier könnten nun zwar die natürlichen Fragen entstehen: Stehen diese verschiedenen Kräfte in einer Beziehung zu einander? Bestehen die Polarkräfte in einem Zustande der Absonderung von den Schwerkräften, (wenn wir uns so ausdrücken dürfen), oder entstehen sie durch die Bewegung der Moleculen um ihre Axe? Allein die Beantwortung solcher Fragen liegt jenseits des Bereichs unseres Erkenntnißvermögens; zudem gehören sie auch gar nicht hieher, da wir uns nur vorgesetzt haben, die offenbaren Grenzen nachzuweisen, welche es der Gottheit gefallen hat, ihrer eigenen Wirksamkeit vorzuschreiben.

Vierter Abschnitt.

Von der flüssigen Form der Körper. Von der Wärme.

Bisher haben wir nur von der Vereinigung der Moleculen in der festen Form der Körper gesprochen; jetzt haben wir ihre Verbindung auch in dem Zustande zu betrachten, in welchem sie eine Flüßigkeit bildet. Unter einem Fluidum verstehen wir im Allgemeinen einen Körper, dessen Theilchen oder Moleculen, anstatt fest zu sein, unter einander vollkommen beweglich sind; unter einem Liquidum (der vollkommensten Form der Flüssigkeit) aber einen solchen, dessen Moleculen nicht allein beweglich sind, sondern sich auch nicht zusammenpressen lassen. Indem wir nun das Wasser als Beispiel von einem Liquidum beibehalten, wollen wir sehen, welche Veränderung mit seinen Moleculen, wenn sich dieselben zur Eisform verbunden haben, vorgehen muß, damit sie wieder flüssiges Wasser bilden. Ein kurzes Nachdenken sagt uns, daß sie aufgelöst oder von einander

getrennt werden müssen, und da sie sich von selbst nicht trennen können, daß es zu diesem Zwecke einer neuen Kraft bedarf. Es ist kaum nöthig zu erwähnen, daß dieses Agens die Wärme ist; ein höchst wichtiges Prinzip, über dessen allgemeine Erscheinungen und Gesetze wir jetzt einige Bemerkungen machen wollen.

Von der Wärme. — Die Empfindungen, welche man Wärme und Kälte nennt, sind zu bekannt, als daß sie einer besondern Erklärung bedürften. Sie sind, wie alle andern, bloß die Wirkungen einer oder mehrerer äußerer Ursachen, welche auf eine uns gänzlich unbekannte Art auf und durch unsere Organe wirken. Ueber diese Ursache und ihre Wirkungsart herrschen verschiedene Meinungen. Einige halten die Ursache der Wärme (den Wärmestoff) für ein wirkliches, materielles Fluidum, das aber so fein und unwägbar sei, daß es unserer Beobachtung entgehe und uns nur durch seine Wirkungen auf unsere Sinne und alle wägbaren Formen der Materie bekannt werde. Andere sehen die Ursache der Wärme für nichts Materielles an, sondern für eine Eigenschaft oder Kraft, welche durch Erregung einer gewissen besonderen Art von Schwingung unter den Theilchen der Körper die Empfindung und die Wirkungen der Wärme hervorbringe. Dieß sind die gewöhnlichsten Meinungen, von denen aber wahrscheinlich keine ganz richtig ist, sondern die Wärme, und wir dürfen hinzufügen auch das Licht, sind wohl vielmehr Substanzen, auf deren Moleculen Polarkräfte einwirken, welche denjenigen vollkommen ähnlich sind, die auf die gewöhnliche Materie einwirken, d. h. die Moleculen der Wärme und des Lichts gehorchen Gesetzen, welche den die Moleculen wägbarer Körper beherrschenden vollkommen ähnlich sind *). Wir haben bereits der von Einigen aufgestellten

*) Wohl bekannt ist uns, daß diese Meinung derjenigen der meisten Mathematiker widerstreitet, welche der Undulationstheorie huldigen, und dieß zwar mit gutem Grunde, so weit sie nämlich Gelegenheit haben, das Licht zu betrachten. Wir sind jedoch der entschiedenen Meinung, daß die chemische Wirkung des Lichts nur aus chemischen Principien erklärt werden kann, welche diese

Meinung gedacht, daß die Wärme eine zusammengesetzte Kraft sei, die aus zwei Formen von Electricität bestehe, welche sich im Zustande des Gleichgewichts befinden. Wir müssen jetzt die Aufmerksamkeit des Lesers auf diese Vermuthung lenken, um darzuthun, daß, aus was immer sonst die Wärme bestehen mag, es fast unmöglich ist, ihre Wirkungen auf die Polarkräfte zu erklären, ohne anzunehmen, daß sie die electrischen Kräfte, auf welchen die Polarkräfte dem Anscheine nach beruhen, wenigstens involvirt, wenn sie auch nicht in dieselben übergeht. Wir sagen dem Anscheine nach, denn obgleich es, wie bereits gezeigt worden, angemessen ist, die Polarisationskräfte unter den Formen der Electricität und des Magnetismus zu betrachten, in welchen sie sich uns unter den wägbaren Stoffen am häufigsten und deutlichsten darstellen; so mögen doch diese Kräfte in ihrer Grundform wirklich etwas sehr verschiedenes sein, verschieden nicht nur von den Kräften der Electricität und des Magnetismus, sondern auch von allen andern uns bekannten: während die Electricität und der Magnetismus selbst, wie wir dieselben kennen, vielleicht nichts anderes sind, als die Wirkungen dieser Grundkräfte auf die feinen Stoffe, aus welchen die electrischen und magnetischen Moleculen bestehen *).

Von den Wirkungen der Wärme. — Eine der allgemeinsten Wirkungen der Wärme ist die Ausdehnung, die sie in allen Körpern, in welchen sie sich anhäuft, hervorbringt. Von diesem Gesetze giebt es nun zwar einige Ausnahmen, von denen wir die wichtigste nachher besonders untersuchen müssen. Für jetzt aber wollen wir dasselbe als ein allgemein gültiges annehmen und es versuchen, seine Wirkung auf die Moleculen der Körper zu erklären **).

auch sein mögen. Ob aber diese chemischen Principien das erklären werden, was jetzt durch die Annahme von Lichtwellen (undula) so glücklich erklärt ist, muß die Zeit entscheiden.

*) Siehe den Anhang.

**) Der Leser wird darauf aufmerksam gemacht, daß die Moleculen der Wärme bedeutend kleiner sind, als die irgend einer wäg-

Denken wir uns (Fig. 10), wie oben, zwei Eismoleculen, in welchen die chemischen Axen E e, E e, einander parallel sind und die gleichnamigen Pole dieser Axen dieselbe Richtung haben. Bei dieser Lage der chemischen Axen werden die gleichnamigen Pole derselben eine abstoßende Kraft äußern, wir nehmen aber an, diese sei beschränkt und fast ruhend, so daß also die Abstoßungskraft der Pole die Moleculen nicht verhindert, an ihren Aequatoren sich an einander zu hängen, deren Puncte M, m an den zwei so gestellten Moleculen ungleichartig sein und deßhalb Anziehungskraft äußern werden. Nehmen wir nun an, diesen Moleculen werde irgend wie von außen her Wärme mitgetheilt. Da nun die Wärme ihrer Natur nach, wie dieß die gewöhnliche Ansicht ist, streben wird, sich in atmosphärischer Gestalt rund um die Moleculen auszubreiten, wie in Fig. 11, so wird nothwendig die Temperatur der letzteren erhöht und sie zugleich etwas von einander getrennt. So werden die Eismoleculen, auf welche die Wärme einwirkt, in ihren Berührungspuncten M, m theilweise getrennt werden und natürlich, wie in Fig. 11, mehr Raum einnehmen, als zuvor in Fig. 10. Diese Erklärung des Einflusses der Wärme auf die Trennung der Moleculen fester Körper und hiedurch auf ihre Ausdehnung, leidet auch, obwohl vielleicht in einem noch bedeutenderen Grade, Anwendung auf den Einfluß der Wärme auf die Moleculen flüssiger und gasartiger Körper.

Eine andere wichtige Eigenschaft der Wärme, die wir kurz erklären müssen, ist das, was man ihre Gebundenheit nennt. Wenn nemlich die gleiche Quantität Wärme verschiedenen Körpern mitgetheilt wird, so zeigen sie sehr verschiedene Temperaturen. Diese Eigenschaft der verschiedenen Körper ist das, was von den Chemikern ihre Wärmefähigkeit oder ihre specifische Wärme genannt wird. Z. B. wenn die gleiche Quantität Wärme, die wir oben zwei Eismoleculen mitgetheilt werden ließen, zwei Silbermoleculen mitgetheilt würde,

---

baren Substanz, sonst könnten natürlich die ihnen zugeschriebenen Wirkungen nicht statt finden.

so würde die sichtbare Temperatur der letzteren zehnmal mehr erhöht werden, als die der erstern; sonach muß beim Eis einiges von der Wärme verschwunden oder, wie die Chemiker sich ausdrücken, latent geworden sein. Die Gebundenheit der Wärme scheint von zwei verschiedenen Ursachen abzuhängen, oder vielmehr giebt es eigentlich zwei verschiedene Arten von Gebundenheit. Wir wollen dieß zu erläutern suchen. Nehmen wir die zwei oben erwähnten Körper — Eis und Silber: diese Körper enthalten bei gleichem Umfange eine sehr ungleiche Masse von Materie, indem das Silber zehnmal schwerer ist, als das Eis. Die leeren Räume im Eis müssen deßhalb viel größer sein als die im Silber; sonach müssen sich, wenn gleiche Quantitäten irgend eines Stoffes, welcher diese Räume ausfüllen kann, wie wir von der Wärme angenommen haben, beiden Körpern auf gleiche Weise mitgetheilt werden, sehr verschiedene Wirkungen ergeben. Der porösere Körper wird in seinen leeren Räumen den mitgetheilten Stoff aufbrauchen und verdichten und wenig Wahrnehmbares mehr von ihm übrig lassen; während der minder poröse Körper, da er in seinen Poren weniger Raum hat, auch weniger verdichten und deßwegen eine größere Menge des mitgetheilten Stoffes für die Wahrnehmung übrig lassen wird. Man kann also sagen: je poröser ein Körper ist, eine desto größere Wärmefähigkeit hat er, da er mehr Wärme aufbrauchen und latent machen kann*). Dieß, glauben wir, ist die gewöhnliche Erklärung von der Gebundenheit der Wärme in einem Körper in Vergleichung mit andern; und sie scheint auch bis auf einen gewissen Grad rich-

*) Diese Vereinigung der Wärme mit wägbaren Körpern läßt sich vielleicht als analog betrachten mit der Verdichtung gasartiger Körper in porösen Substanzen — eine sehr bemerkenswerthe Reihe von Erscheinungen, die ein viel sorgfältigeres Studium verdienen, als ihnen bisher eines zu Theil wurde. Auch die Absorption des Lichts scheint ähnlicher Natur zu sein. Alle diese Erscheinungen gründen sich offenbar auf chemische Principien, und würden ohne Zweifel, wenn sie zusammen studiert würden, einander gegenseitig erläutern.

tig zu sein; es giebt aber noch eine andere Art von Gebundenheit der Wärme, die von der erwähnten ganz verschieden ist, und sich deßhalb auch nicht aus demselben Principe erklären zu lassen scheint: diese haben wir jetzt zu betrachten.

Nehmen wir an, daß einer Masse von Eis, die bis auf mehrere Grade unter dem Gefrierpunct erkältet ist, aus irgend einer äußerlichen Quelle ein gleichförmiger und regelmäßiger Wärmestrom zugeführt werde. In Folge dieses Hinzutretens der Wärme wird die Temperatur (und das Volumen?) des Eises allmählig erhöht, bis sie wieder auf den Gefrierpunct gebracht ist. Auf diesem Puncte wird das Eis anfangen aufzuthauen, so daß es Wasser wird; ungeachtet jedoch die Wärme in dem schmelzenden Eise wirksam ist, wird seine Temperatur auf dem Gefrierpunct stehen bleiben, bis alles Eis geschmolzen ist, wozu eine Quantität Wärme, die 140 Graden von Fahrenheits Thermometer gleich ist, erforderlich sein wird. Wenn bei gleich andauernder Wärme alles Eis geschmolzen ist, so wird, wie früher das Eis, so jetzt das Wasser eine sichtbare Temperatur erhalten. Diese Gebundenheit der Wärme in dem schmelzenden Eise wird hervorgebracht durch das wirkliche Verschwinden einer Quantität Wärme, die 140 Graden von Fahrenheits Thermometer gleich ist. Aber sie läßt sich nicht auf dieselbe Weise erklären, wie die Gebundenheit der Wärme im Eis unter dem Gefrierpunct, oder im Eis, verglichen mit dem Silber: das Wasser, anstatt daß sein Volumen und folglich seine leeren Räume größer sein sollten, als beim Eis, aus dem es sich gebildet hat, hat wirklich ein geringeres Volumen und muß deßhalb auch weniger leere Räume haben. Wie steht es nun mit der Erklärung dieser Erscheinungen? Wir erwähnten oben, am Anfange unserer Bemerkungen über die Wärme, die Hypothese, daß unter gewissen Umständen die Wärme in zwei Kräfte übergehen könne, die, wenn sie auch mit denen der Electricität nicht identisch sind, wenigstens auf dieselbe Weise wirken. Sonach können wir annehmen, daß die 140 Grade Wärme, welche während des Schmelzens des Eises verschwinden, auf eine uns

unbekannte Weise in die zwei Polarkräfte verwandelt werden, und daß die so erzeugten Kräfte zu den bereits in den Moleculen des Wassers vorhandenen hinzukommen und durch diesen Zuwachs die gesammte Quantität oder Intensität der Molecularkräfte erhöhen. Die, in der gegenseitigen Lage der chemischen Axen der Eismoleculen während ihrer Verwandlung in Wasser, durch den (als Folge der Wärme veranlaßten) Hinzutritt der Polarkräfte, bewirkten Veränderungen, lassen sich auf folgende Weise erklären. Man denke sich (Fig. 12) zwei Eis-Moleculen, deren chemische Axen parallel laufen und deren gleichnamige Pole dieselbe Richtung haben, wie in Fig. 10 und 11. Bei dieser Lage der chemischen Axen stoßen ihre gleichnamigen Pole E, E, und e, e, natürlich einander ab, wiewohl in geringem Grade, und die cohäsive Attraction zwischen den beiden Moleculen herrscht vor. Nun denke man sich die repulsive Intensität der gleichnamigen Pole, E, E, und e, e, sei um so viel erhöht, daß sie sich über den Halbmesser der Moleculen ausdehnt. Eine solche Erhöhung könnte die Moleculen veranlassen, sich um ihre gemeinschaftlichen Cohäsionspuncte M, m, zu drehen, bis die chemischen Axen E e und E e rechte Winkel gegen einander bilden würden, wie dieß Fig. 13 oder noch besser Fig. 14 darstellt. Bei Fig. 14 denke man sich die beiden Moleculen hintereinander, nach der Richtung ihrer Cohäsionsdurchmesser M, m, und M, m in Fig. 13, wobei dann E, e und E, e die chemischen Axen der beiden Moleculen, in rechten Winkeln gegen einander, vorstellen. Hieraus wird nun deutlich sein, daß im flüssigen Zustande der Körper die chemischen Axen der an einander stoßenden Moleculen rechte Winkel gegen einander bilden, oder auch, bei einer gewissen Lage, die Mitte halten zwischen einem rechten Winkel und der Parallele. Wenn die chemischen Axen der an einander stoßenden Moleculen genau rechtwinklich gegen einander stehen, so sind die chemische Polarität und die cohäsive Attraction beide im völligen Gleichgewichte und neutralisirt; so daß die Puncte M, und m, weder ein Streben zur Vereinigung, noch zur Trennung zeigen, sondern ihre Stellung

behalten. Deshalb werden die Moleculen eines solchen Körpers alle unverbunden sein, und fähig, sich frei unter einander zu bewegen; und wenn wir uns nun zugleich jede Molecule mit ihrer Atmosphäre von Wärmestoff umgeben denken, so sein, daß keine mechanische Einwirkung auf die Gesammtheit der Moleculen ohne Einfluß auf jede einzelne bleibt, so haben wir ohne Zweifel eine so deutliche Vorstellung von der Molecularconstitution eines flüssigen Körpers, als wir nur immer uns zu bilden im Stande sind.

Fünfter Abschnitt.

Von der dritten, oder der gasartigen Form der Körper.

Wir kommen nun zu der vollkommensten Form der Flüssigkeit, nemlich zu den gasartigen Körpern. Wir betrachten zuerst die Molecularaggregation dieser Körper, was uns Gelegenheit geben wird, den oben besprochenen Gegenstand von der latenten Wärme noch deutlicher zu erklären. Da wir es versucht haben, durch Nachweisung der Veränderungen, welche die erhöhte Temperatur beim Wasser bewirkt, unsere Ansichten zu erläutern, so wollen wir jetzt, als Beispiel eines Gases, den Dampf aufstellen. Nehmen wir an, derselbe beständige Wärmestrom, den wir oben in das Eis einströmend dachten, ströme in einen Theil Wasser ein. Das Wasser wird dadurch an Temperatur, an Volumen und an Wärmecapacität zunehmen, bis es den Siedepunct erreicht hat. Von da an steigt die Temperatur nicht weiter, wir mögen noch so viel an Wärme zusetzen, und das Wasser wird in ein durchsichtiges Gas verwandelt, das man, wie allgemein bekannt ist, Dampf nennt. Zur Verwandlung des Wassers in Dampf bedarf es jedoch bei dem gewöhnlichen Luftdruck gegen 1000 Grad Wärme. Diese große Quantität Wärme wird also wirklich latent oder verschwindet, während die Temperatur des gebildeten Dampfes 212 Grade,

d. h. die Temperatur des Wassers auf dem Siedpuncte, nicht übersteigt. Was wird nun aus diesen 1000 Graden Wärme? Wir wollen uns einmal denken, ein Theil der Wärme werde latent auf die erstere der zwei oben beschriebenen Weisen, d. h. das Wasser, indem es in Dampf verwandelt wird, gewinnt an Volumen und in dieses vergrößerte Volumen nun strömt ein Theil der Wärme, wie in einen leeren Raum, ein und wird für das Gefühl unbemerklich; der andere Theil der Wärme aber wird natürlich die Molecular-Polaritäten des Wassers vermehren. Dieß kann man sich beim Dampfe (und überhaupt bei allen Gasarten) auf folgende Weise vorstellen:

Fig. 15 stellt zwei Wassermoleculen vor, deren chemische Axen E e, und E e, rechtwinklich gegen einander stehen. Bei dieser Stellung der chemischen Axen nun ist nicht allein die chemische Polarität, sondern auch die Cohäsiv-Attraction derselben vollkommen im Gleichgewichte und neutralisirt. Deshalb kann die Temperatur, welche den Polarkräften der chemischen Axen der Moleculen irgend eines Körpers eine solche Intensität mittheilt, daß diese Axen in eine rechtwinkliche Stellung gegen einander gebracht werden, als diejenige Temperatur betrachtet werden, unter welcher dieser Körper vollkommen flüssig wird. Die weitere Erhöhung der Wärme in den Moleculen eines Körpers wird demnach die Polarkräfte ihrer chemischen Axen ebenfalls erhöhen, so daß die erhöhte Intensität ihrer Polarität die chemischen Axen wieder in eine parallele Stellung gegen einander bringen wird, wie in Fig. 16. Bei dieser parallelen Stellung ist aber die Lage der chemischen Axen gerade die umgekehrte, wenn man sie mit der Lage derselben in festen Körpern vergleicht, wie in Fig. 12; auch haben die gleichnamigen Pole nicht dieselbe Richtung, sondern eine entgegengesetzte. Wenn die chemischen Axen der Moleculen irgend eines Körpers in diese umgekehrte parallele Stellung gebracht werden, so können wir annehmen, daß die natürliche Repulsion ihrer gleichnamigen chemischen Pole ihr Maximum erreicht hat. Die Cohäsionspuncte **M**, **M**, und m, m, werden sich ebenfalls umkehren, d. h. die gleichnamigen und demnach einander gegenseitig abstoßenden

Puncte m, m, werden sich einander nähern. Moleculen, deren chemische Axen diese Stellung haben, werden deshalb, anstatt sich an einander zu hängen, das Streben haben, sich von einander zu trennen, d. h. sie werden gegenseitig repulsiv werden und fähig sein, sich frei nach jeder Richtung zu bewegen, welche ihre Kräfte oder Verhältnisse erfordern.

Da es nun zwei Gattungen von fester Aggregation der Moleculen giebt, nämlich, eine auf der Cohäsion gleichartiger, und eine auf der Verbindung verschiedenartiger Moleculen beruhende; so muß es ebenso auch zwei Gattungen von Repulsion geben, nämlich homogene Repulsion oder die gegenseitige Abstoßung gleichartiger Moleculen, welche der Cohäsion entgegengesetzt ist und wodurch hauptsächlich die gasartige Form der Körper entsteht; und heterogene Repulsion oder die gegenseitige Abstoßung von chemisch repulsiven Moleculen, welche solche Moleculen verhindert, sich chemisch mit einander zu verbinden.

Es entsteht jedoch hier die Frage: Welches ist die Molecularconstitution von Körpern im Zustande des Dunstes, einem Zustande, den das Wasser bei allen Temperaturen unter 212° annehmen kann, z. B. bei 32°? Nach einer Hypothese, von der sogleich die Rede sein wird, enthält ein gegebenes Volumen Dampf bei 212 Graden, dem Siedpuncte des Wassers, die gleiche Anzahl repulsiver Moleculen, wie ein gleiches Volumen Luft bei der nämlichen Temperatur und dem nämlichen Druck, und hat deshalb auch dieselbe Elasticität. Aber die Elasticität des Dunstes von Wasser bei seinem Gefrierpuncte, 32°, ist nur etwa gleich einem Fünftelszoll Quecksilber; *) deshalb wird das gleiche gegebene Volumen Wasserdunst bei 32°, nur etwa $^1/_{150}$

*) Die elastische Kraft der Dämpfe wächst mit ihrer Temperatur, — eine Erscheinung, die man sich erklären mag durch die Vorstellung des größeren oder kleineren Winkels, den die Axen aneinander stoßender Moleculen bilden; oder der größern oder geringern Geschwindigkeit, mit der sich diese Moleculen um ihre Axen drehen; von welchem letzteren Momente natürlich auch der Winkel, den die Axen aneinander stoßender Moleculen bilden, als abhängig gedacht werden muß. Siehe den Anhang.

von dem wiegen, was Wassergas oder Dampf wiegen müßte, wenn dieses Wasser, bei 32° und unter einem Druck von 30 Zollen Quecksilber, als permanentes Gas existiren könnte. Die Moleculen des Wasserdunstes werden folglich fünf oder sechsmal weiter auseinander liegen, als die von vollkommen gasartigen Körpern, und dieß bei derselben Temperatur und unter gleichem Druck. *)

Wir wollen nun diese Erläuterungen über die Molecularconstitution der Materie mit der Untersuchung schließen, wie weit obige Voraussetzungen sich auf die gasartigen Körper anwenden lassen, indem wir die wesentlichen Eigenschaften derselben ins Auge fassen: nämlich ihr Streben, sich nach allen Richtungen im Raume auszubreiten; ihre gleichmäßige Ausdehnung unter dem Einfluß der Wärme; ihr Wachsthum an Volumen nach dem umgekehrten Verhältniß der Kraft, mit der sie zusammengedrückt werden, und ihre gleichartigen Wärmecapacitäten.

Von der Ausbreitung der gasartigen Körper. — Ueber diesen so wichtigen Gegenstand haben besonders Dr. Dalton und Graham dankenswerthe Aufschlüsse geliefert. Letzterer hat gezeigt, daß, wenn in ein Gefäß mit sehr enger Oeffnung oder porösem Stöpsel Gas eingeschlossen wird, zwischen diesem und der äußeren Luft vermittelst jener Oeffnung sogleich ein

*) Vorausgesetzt, es wäre für den Dampf möglich, bei 32° zu existiren, so würde natürlich bei dieser Temperatur sein Gewicht zu dem der Luft in demselben Verhältniß stehen, wie bei 212°; nämlich in dem Verhältnisse von 5 : 8. Hundert Cubikzoll Dampf müßten demnach bei 32 Graden 20,49375 Gran wiegen, d. h. $^5/_8$ von 32,79 Gran, dem Gewichte von 100 Cubikzoll Luft bei 32°. Aber das Gewicht von 100 Cubikzoll Dampf bei 32° ist nur 0,1366 Gran oder $^1/_{150}$ der Luft. Die Anzahl der Moleculen im Dampf bei 32° ist folglich nur $^1/_{150}$ derer in der Luft bei 32°. Diese Verminderung der Anzahl der Moleculen des Wasserdampfes, wenn wir dieselben gleichmäßig durch den gleichen Raum von 100 Cubikzollen ausgebreitet denken, muß natürlich, wie im Texte gesagt ist, die Ursache sein, daß sie fünf bis sechsmal weiter auseinander liegen, als die der Luft oder sonst eines Gases bei gleicher Temperatur.

gegenseitiger Austausch eintritt und bis zur Erreichung eines gewissen Punctes fortdauert, welcher bei gleichem Gas der gleiche zu sein scheint, verschieden aber bei verschiedenen Gasen, in Gemäßheit eines auf die specifische Schwere der Gase sich gründenden Gesetzes. Auch werden sich verschiedene Gase, seien sie nun von gleicher oder von verschiedener specifischer Schwere, und auf welche Weise sie auch in das nämliche Gefäß gebracht werden, sogleich vollständig mit einander vermischen. Diese Thatsachen deuten offenbar auf eine Art repulsiver Thätigkeit unter den Moleculen desselben Gases, welche durch unsere Hypothese befriedigend erklärt zu werden scheint. Der Beweis ist sehr einfach und liegt auf der Hand: Zwei Moleculen von demselben Stoffe haben das Streben, sich an einander zu hängen und einen festen Körper zu bilden, wenn ihre chemischen Polaritäten gleichartig geordnet sind und nicht über ihre Halbmesser hinausreichen; zwei Moleculen von verschiedenem Stoffe aber bleiben unter ebendenselben Verhältnissen passiv und zeigen kein Streben nach Vereinigung. Während deshalb zwei Moleculen von demselben Stoffe bei sehr erhöhter Intensität ihrer Polaritäten und folglich umgedrehten chemischen Polen, einander abstoßen oder selbst-repulsiv werden, verharren zwei Moleculen von verschiedenen Stoffe in ihrer gegenseitigen Passivität und stoßen einander nicht ab.

Man kann mit Grund annehmen, daß die Erscheinung der Ausbreitung nicht einzig auf vollkommen gasartige Körper beschränkt ist, sondern auch bei dem unvollkommen gasartigen Zustande der Körper, welcher Dunst genannt wird, vorkommt. Der Dunst des Wassers kann hier als das bekannteste Beispiel betrachtet werden. Erscheinungen, welche den obigen sehr ähnlich, wenn auch nicht identisch mit ihnen sind, kommen auch bei tropfbar flüssigen, vielleicht sogar bei festen Körpern vor. So müssen wir in einigen Fällen annehmen, daß die Moleculen gewisser Stoffe, wenn sie eine Flüssigkeit, wie etwa Wasser, durchdringen, eine, vorherrschend gegenseitige, abstoßende Wirkung ausüben; eine Annahme, woraus sich allein ihre gleichmäßige Verbreitung durch eine große Masse Flüssigkeit erklärt. Selbst bei

festen Körpern scheint, wie bereits bemerkt wurde, etwas der Art vorzugehen, besonders bei organischen, welche offenbar mehrere ihrer bemerkenswerthesten Eigenthümlichkeiten der Durchdringung ihrer Substanz durch thätige, selbst-repulsive Moleculen verdanken. *)

Von der gleichmäßigen Ausdehnung gasartiger Körper durch die Wärme. — Was die zweite wesentliche Eigenschaft der gasartigen Körper betrifft, daß sie, bei gleicher Temperatur und gleichem Druck, durch einen gleichen Zuwachs von Wärme alle eine gleichmäßige Ausdehnung erleiden; so scheint diese nur durch die Annahme erklärt werden zu können, daß alle gasartigen Körper, bei gleichem Druck und gleicher Temperatur, eine gleiche Anzahl selbst-repulsiver Moleculen enthalten: eine, wie wir weiter unten sehen werden, sehr wichtige Annahme, welche wir jetzt sogleich ein wenig näher erklären müssen. Setzen wir die unläugbare Thatsache voraus, daß innerhalb der gewöhnlichen Gränzen der Versuche alle vollkommen gasartigen Körper, bei gleichem Zuwachs von Wärme, sich gleichmäßig ausdehnen; so müssen, wenn verschiedene Gase eine ungleiche Anzahl selbst-repulsiver Moleculen enthalten, diejenigen, welche am wenigsten enthalten, die größte Kraft ausüben und folglich die größte Disposition zur Ausdehnung haben; mit andern Worten: die Ausdehnungskraft der Moleculen eines Gases muß zunehmen, wenn ihre Anzahl abnimmt, und nicht allein dieß, sondern, um die erwähnte Wirkung hervorzubringen, muß die Ausdehnungskraft weder mehr noch weniger, sondern genau in dem Verhältniß zunehmen, in welchem die Anzahl abnimmt — ein Gesetz, das in seiner consequenten Durchführung offenbar absurd wird. Wir erinnern ferner zur Unterstützung der aufgestellten Hypothese daran, daß im gasartigen Zustande eines Körpers die Moleculen desselben die äußersten Wirkungen, welche eine Zunahme der Wärme auf sie ausüben kann, erlitten haben.

*) Weitere Bemerkungen über die Verbreitung gasartiger Körper und Dünste sowie über ihre Wirkung im Haushalte der Natur — siehe im Anhang.

Alle ihre leeren Zwischenräume müssen wir uns also von ihr gesättigt denken, während jede der Moleculen von einer Lufthülle umgeben gedacht werden muß, welche alle in beträchtlicher Entfernung auseinander hält: auch müssen ihre Polaritäten die äußerste Veränderung erfahren haben, so daß bei Bewirkung weiterer Veränderungen keine Wärme mehr latent gemacht werden kann, außer in einem Grade, der bei allen Gasen als der gewöhnliche vorausgesetzt werden darf. Deßhalb läßt sich annehmen, daß jede Molecule gasartiger Körper, bei gleichem Druck und gleicher Temperatur, abgesehen von ihren andern Eigenthümlichkeiten, in vollkommen gleichem Zustande sich befindet und folglich bei jedem weiteren Zuwachs von Wärme auf vollkommen gleiche Weise afficirt werden muß.

Von dem umgekehrten Verhältnisse des Volumens zu dem Drucke. — Von diesem Gesetze gelten beinahe dieselben Bemerkungen, wie von dem vorigen; denn setzte man die Anzahl der Moleculen in den einzelnen Gasen als ungleich, so müßte auch die Verringerung des Volumens unter gleichem Drucke verschieden sein, was nicht der Fall ist, wenigstens nicht bei den vollkommeneren Gasarten. Weder diese, noch die Bemerkungen des vorigen Paragraphen leiden Anwendung auf die Dünste.

Von der gleichen Wärmecapacität der gasartigen Körper. — Die sorgfältigsten Experimente scheinen zu zeigen, daß bei gleichem Drucke dasselbe Volumen aller Gase dieselbe Wärmefähigkeit hat — ein Umstand, welcher mit den übrigen Erscheinungen vollkommen übereinstimmend ist. Durch die in den zwei vorhergehenden Paragraphen aufgeführten, sowie durch andere später anzugebende Gründe nun sahen wir uns veranlaßt, die bereits aufgestellte Hypothese zu adoptiren, daß unter gleichem Druck und bei gleicher Temperatur, alle vollkommen gasartigen Körper die gleiche Anzahl selbst-repulsiver Moleculen enthalten.*)

*) Wir erlauben uns die Bemerkung, daß diese Ansichten schon längst von dem Verfasser angenommen waren, ehe er von den Versuchen

Sechster Abschnitt.

Andere Eigenschaften der Wärme.
Von der Wärme in Bewegung.

Die Wärme erscheint in einem beständigen Zustande der Bewegung und des Austausches zwischen verschiedenen Körpern, bis sie sich zuletzt ins Gleichgewicht setzt. Ist sie in irgend einem Körper angehäuft, so ist diese Anhäufung nicht dauernd, sondern was zuviel ist, verflüchtigt sich wieder trotz aller Bemühung, es festzuhalten, und das Gleichgewicht stellt sich früher oder später wieder her. Diese Bewegung der Wärme erscheint uns als eine dreifache, welche man an jedem Feuerheerde genügend beobachten kann. Setzen wir nämlich einen Thermometer gerade vor das Feuer, so wird er alsbald steigen und eine Erhöhung der Temperatur anzeigen. In diesem Falle hat die Wärme ihren Weg durch den Raum zwischen dem Feuer und dem Thermometer vermittelst eines Prozesses genommen, welcher die Wärme-Ausstrahlung (radiatio) genannt wird. Bringen wir einen zweiten Thermometer in Berührung mit einem Theile des Rostes, so daß er nicht dem unmittelbaren Einfluß des Feuers ausgesetzt ist, so werden wir finden, daß auch dieser Thermometer eine Erhöhung der Temperatur anzeigt; hier jedoch mußte die Wärme ihren Weg durch das Metall des Rostes nehmen, und diesen Prozeß nennt man die Wärme-Leitung (conductio). Setzen wir nun noch einen dritten Thermometer an einen Ort über dem Heerde und zwar ebenfalls so, daß er dem unmittelbaren Einflusse des Feuers nicht ausgesetzt ist, so wird auch er eine beträchtliche Erhöhung der Temperatur weisen. In diesem Falle ist dann ein Theil der Luft um das Feuer erwärmt worden und hat die, durch das Feuer erlangte, Temperatur jenem Orte

eines Avogadro, Ampère und Dumas hörte. Die des Dumas, welche den seinigen am nächsten kommen, waren ihm gänzlich unbekannt, bis er in Johnston's neuestem Berichte über Chemie in den Verhandlungen der brittischen Gesellschaft eine Anspielung darauf fand.

zugeführt; diese dritte Art können wir Wärme-Zuführung (convectio) nennen. Jede dieser drei Arten der Verbreitung der Wärme hat ihre besonderen Eigenthümlichkeiten, die wir jetzt kurz betrachten wollen.

Wärmeausstrahlung. — Die Wärme strahlt im leeren Raume nach allen Richtungen gleichmäßig und mit nicht zu berechnender Schnelligkeit aus. Ebenso strahlt sie durch alle gasartigen Körper, und mehr oder weniger durch durchsichtige Medien. Die Ausstrahlung findet Statt bei jeder Temperatur; aber die Quantität der in einer gegebenen Zeit ausgestrahlten Wärme steht in einem gewissen Verhältniß zu dem Grade, in welchem die Temperatur des ausstrahlenden Körpers eine höhere ist, als die des umgebenden Mediums. Ausstrahlende Wärme kann, wie das Licht (was hier vorläufig bemerkt werden mag), zurückgeworfen werden und ist überhaupt ähnlichen Gesetzen unterworfen. Nicht alle Oberflächen aber, welche das Licht vollkommen zurückwerfen, sind auch geeignet für die Zurückwerfung der Wärme. Metalle überhaupt, besonders aber blank polirte, sind die besten Wärmereflectoren, während Glas, welches das Licht sehr vollkommen zurückstrahlt, vergleichungsweise wenig Wärme reflectirt; und so wirft eine Zinnplatte ungefähr acht Mal so viel Wärme zurück, als ein Glasspiegel. Die Ausstrahlung der Wärme wird bedingt durch die Natur und den Zustand der Oberflächen der Körper. So strahlt eine Oberfläche, welche mit Lampenruß überzogen ist, acht oder neun Mal so viel Wärme aus, als eine blanke Zinn- oder Silberplatte; und überhaupt strahlen blanke Flächen, besonders metallene, viel weniger Wärme aus, als andere. Wie man erwarten kann, ist dieser Unterschied der ausstrahlenden Kraft von großem Einfluß auf das Erkalten der Körper; so behält heißes Wasser seine Wärme viel länger in einem blanken Zinngefäß, als wenn das letztere mit Leinwand, Farbe, besonders aber mit Ruß überzogen ist. Die ausstrahlende Wärme wird von verschiedenen Oberflächen mit verschiedener Leichtigkeit absorbirt oder eingesaugt. Die absorbirende Kraft der Oberflächen scheint in gleichem Verhältnisse zu ihrer ausstrahlenden Kraft und in umgekehrtem zu ihrer reflectiren-

den zu stehen: d. h. Oberflächen nehmen mit derselben Leichtigkeit Wärme durch Ausstrahlung auf, mit der sie dieselbe wieder abgeben; während diejenigen, welche am meisten zurückwerfen, natürlich auch am wenigsten absorbiren; wie z. B. eine mit Lampenruß überzogene Fläche in einer gegebenen Zeit acht oder neun mal so viel Wärme aufnimmt, als eine blanke Zinnfläche. Aus dem Bemerkten läßt sich demnach leicht schließen, daß die Farbe eines Körpers bedeutenden Einfluß auf die Ausstrahlung und Absorption der Wärme ausüben wird, und dieß ist auch wirklich der Fall: je dunkler sie nämlich ist, desto leichter wird auch der Körper ausstrahlende Wärme aufnehmen und abgeben. Die ausstrahlende Wärme hat die Kraft, durch transparente Körper, wie z. B. Glas, hindurch zu gehen. Diese Kraft ist jedoch verschieden je nach der Dicke des Glases und dem Verhältniß seiner Lage zu dem ausstrahlenden Körper; auch kommen dabei mehrere Umstände in Betracht, die noch nicht hinlänglich bekannt sind. Im Allgemeinen aber ist große intensive Wärme, besonders die Sonnenwärme, wie schon oben bemerkt wurde, so ziemlich ähnlichen Gesetzen unterworfen, wie das Licht unter gleichen Umständen. Wärme von geringer Intensität dagegen, wie z. B. die des siedenden Wassers, bietet in ihren Bewegungen einige Eigenthümlichkeiten dar, welche aber von der Art sind, daß es nicht nöthig ist, sie hier näher aus einander zu setzen.

Wärmeleitung. — Die Leitung der Wärme ist hauptsächlich auf feste Körper beschränkt; da es aber feste Körper von jedem Grad der Consistenz und Dichtigkeit giebt, so ist natürlich die leitende Kraft in einem jeden wieder eine verschiedene. Deßhalb sind die Gesetze der Wärmeleitung und die der Wärmeausstrahlung gegenseitig von einander abhängig, und man kann sagen, die Gesetze der Wärmeleitung seien nur die Extreme der Gesetze der Wärmeausstrahlung. Die Fortleitung der Wärme durch einen Körper scheint gleichmäßig nach allen Richtungen hin Statt zu finden. Im Allgemeinen haben die dichtesten Körper, wie z. B. Metalle, Steine, hartes Holz u. dgl. das größte Leitungsvermögen, obgleich hierin unter den

einzelnen Körpern selbst wieder eine große Verschiedenheit herrscht. Poröse Körper sind im Allgemeinen schlechte Leiter, und unter diesen kann die Holzkohle als einer der schlechtesten gelten. Unter den zur Kleidung passenden Stoffen sind Hasenpelz und Eiderdunen die schlechtesten Leiter, Flachs der beste. Das relative Leitungsvermögen der Stoffe dieser Klasse scheint großentheils von der Quantität der, in ihren Zwischenräumen eingeschlossenen Luft abzuhängen, so wie von dem Anziehungsvermögen, durch welches diese Luft zurückgehalten oder eingeschlossen wird. Das Leitungsvermögen tropfbar-flüssiger und gasartiger Körper ist sehr beschränkt, obgleich sie unter gewissen Umständen dieses Vermögen in einem hohen Grade zu besitzen scheinen. Aber nur scheinbar ist dieses Vermögen, und wenn Wärme durch tropfbar-flüssige und gasartige Körper mitgetheilt wird, so geschieht dieß durch den dritten der oben genannten Prozesse, nämlich durch Zuführung. Hierdurch wird jedoch die Wärme hauptsächlich nur nach Einer Richtung verbreitet, nämlich nach oben; deßhalb kann fast jeder Grad derselben eine geraume Zeit der oberen Fläche eines tropfbarflüssigen oder gasartigen Körpers mitgetheilt werden, ohne daß die Temperatur der unteren Fläche dadurch eine Veränderung erleidet.

Dieß sind die hauptsächlichsten Erscheinungen, welche sich an die Bewegung der Wärme knüpfen. Ehe wir jedoch von den Quellen dieser wunderbaren Kraft sprechen, haben wir zuvor einen andern unwägbaren Stoff zu betrachten, der von der höchsten Wichtigkeit ist und mit der Wärme zusammenhängt, nämlich — das Licht.

Siebenter Abschnitt.

Vom Lichte.

Die Gesetze der Bewegung des Lichts, seiner Zurückstrahlung, Brechung, Polarisirung u. s. w. gehören eigentlich nicht hieher; deßhalb wollen wir dieselben hier nur kurz beschreiben

und es versuchen, ihre allgemeine Verbindung und Aehnlichkeit mit den chemischen Erscheinungen, besonders mit den Erscheinungen der Wärme und der Electricität, nachzuweisen.

Ausstrahlung oder Bewegung des Lichts. — Das Licht strahlt aus oder bewegt sich in geraden Linien mit unbegreiflicher Geschwindigkeit, so daß es nur ungefähr 8 Minuten braucht, um von der Sonne auf unsere Erde zu gelangen; es muß also mehr als 40,000 deutsche Meilen in einer Secunde zurücklegen. Nach diesem Verhältnisse würde es ungefähr 4 Stunden brauchen, um von dem Planeten Uranus, bis jetzt dem ultima Thule unseres Systems, zu uns zu gelangen. Wenn folglich dieser Planet in einem gegebenen Augenblicke plötzlich zerstört würde, so würden wir ihn erst vier Stunden nachher vermissen; und wenn wir ihn beobachten, so sehen wir ihn nicht an dem Orte, wo er im Augenblicke unserer Beobachtung steht, sondern wo er vier Stunden vorher stand. Eine losgefeuerte Kanonenkugel bewegt sich Anfangs mit einer Geschwindigkeit von 2000 bis 3000 Fuß in einer Secunde; vorausgesetzt nun, sie könnte diese anfängliche Geschwindigkeit beibehalten, so würde sie sich kaum in einem ganzen Jahre so weit bewegen, wie das Licht in einer einzigen Secunde. Die größte Geschwindigkeit der Erde und anderer Planeten bei ihrem Laufe um die Sonne oder bei ihrer Umdrehung beträgt kaum etwas über 6 bis 8 deutsche Meilen in einer Secunde. Demnach beträgt die größte uns bekannte Geschwindigkeit der gewöhnlichen Materie und die größte vielleicht, deren überhaupt diese Materie fähig ist, nur $^1/_{5000}$ oder $^1/_{8000}$ von der Geschwindigkeit des Lichts. Diese Thatsachen mögen einen Begriff geben von der Unermeßlichkeit des Raumes und der erstaunlichen Geschwindigkeit, mit welcher derselbe von dem Lichte in jeder Richtung durcheilt wird. Zugleich ersieht man daraus, daß, wenn das Licht etwas Materielles ist, die Materie desselben so außerordentlich fein sein muß, wie durchaus keine uns bekannte Art wägbarer Materie, welche in der That einer solchen Geschwindigkeit nicht fähig zu sein scheint.

Nehmen wir an, daß Wärme und Licht aus polaren Moleculen im selbst-repulsiven Zustande bestehen, und den nämlichen Gesetzen gehorchen, wie die wägbaren gasartigen Stoffe, — eine Annahme, welche die größte Wahrscheinlichkeit für sich hat, so wird die Ausstrahlung dieser unwägbaren Stoffe analog sein der Ausbreitung gasartiger Stoffe; und wenn wir ihre Geschwindigkeit kennen, so können wir daraus nach demselben Gesetze auch ihre vergleichungsweise Schwere ableiten.

Zurückstrahlung und Brechung des Lichts. — Im freien Raume bewegt sich, wie oben bemerkt worden ist, das Licht in geraden Linien. Wenn aber, nach Fig. 17, ein Strahl R auf eine polirte Fläche, z. B. Glas, fällt, so wird ein Theil desselben in der Richtung A E zurückgeworfen und der Winkel R A P, der Einfallswinkel genannt, ist stets dem Winkel P A E, dem sogenannten Reflexionswinkel, gleich. Ein anderer Theil des Lichtstrahls, A B, geht durch das Glas hindurch; anstatt jedoch die nämliche gerade Richtung zu behalten, wird er beträchtlich von derselben abgezogen, dem Perpendikel P Q zu, und geht hierauf bei B heraus in der Richtung B M, welche seiner ursprünglichen Richtung R A parallel ist. Dieser Theil des Lichtstrahls, sagt man nun, habe eine Brechung erlitten; ein Ausdruck, welcher anzeigt, daß sein natürlicher Lauf gebrochen worden sei. Dieß sind die allgemeinen Thatsachen, und die Untersuchung ihrer Gesetze, Abweichungen und Eigenthümlichkeiten, wie dieselben durch die verschiedenen Medien bestimmt werden, bildet die Wissenschaft der Optik; ein Zweig der Naturlehre, der jedoch außerhalb der Grenzen unserer gegenwärtigen Untersuchung liegt. In Bezug auf diesen Theil unseres Gegenstandes ist hier nur noch zu bemerken, daß beim Durchgang des Lichtes durch die meisten transparenten Körper durch Absorption und auf andere Weise vieles Licht verloren geht. Fällt es z. B. auf metallische Körper, wie polirtes Silber, so wird nur ungefähr die Hälfte desselben zurückgeworfen, während die andere Hälfte absorbirt wird und verloren geht. In dieser Hinsicht findet jedoch unter den einzelnen Substanzen eine wesentliche Verschie-

denheit Statt. Aus den Versuchen, welche Bouguer und Lambert deßhalb angestellt haben, erhellt, daß bei luftförmig-flüssigen, bei durchsichtig-festen und bei metallenen Körpern die Quantität des zurückgeworfenen Lichtes mit dem Einfallswinkel wächst, den der Lichtstrahl mit dem Perpendikel bildet; während dagegen bei weißen, undurchsichtigen Körpern die Quantität des zurückgeworfenen Lichtes mit dem Einfallswinkel abnimmt. Wir werden später Gelegenheit haben, auf diese merkwürdigen Erscheinungen zurückzukommen.

Polarisation des Lichts. — Die nächste Eigenschaft des Lichts, die wir zu betrachten haben, ist das, was man seine Polarisation nennt. Denken wir uns, Fig. 18 stelle einen Bund dünner Scheiben von Fensterglas vor, welche auf die angegebene Weise mit einander verbunden wären. Nun sei R A ein Lichtstrahl, der auf die obere Scheibe fällt, unter einem Einfallswinkel von ungefähr 56°; von diesem Strahle wird ein Theil zurückgeworfen nach der Richtung A E, während ein anderer Theil A B, durch den Bund der Glasscheiben hindurch gehen wird, bis zu M, in Gemäßheit der bereits erwähnten Gesetze der Zurückwerfung und Brechung des Lichts. Diese zwei Strahlen nun, A E und B M, besitzen merkwürdige Eigenschaften, die in den meisten Rücksichten einander ähnlich, in einer jedoch gradezu entgegengesetzt sind. Von diesen Eigenschaften wollen wir dem Leser eine allgemeine Vorstellung beizubringen versuchen.

Wenn der Lichtstrahl R A auf die vertikale Glasscheibe A, Fig. 19, unter einem Einfallswinkel von 56° fällt, und hierauf von einer Scheibe C, unter demselben Einfallswinkel, aufgenommen, hier aber von C nach E zurückgeworfen wird; so wird bei der in der Figur angegebenen Lage, wenn der Strahl R zuerst in einer horizontalen Fläche R A C, und hierauf in einer vertikalen Fläche A C E, zurückgeworfen wird, der Strahl C E so schwach ausfallen, daß er kaum sichtbar sein wird, da er völlig durch die Scheibe C hindurchgegangen ist. Dreht man jedoch die Scheibe C um 90°, (wobei der Strahl A C die Umdrehungsaxe vorstellen

mag), so daß der Strahl C E jetzt horizontal zurückgeworfen wird; so wird der ganze Strahl C E zurückgeworfen werden, anstatt, wie früher, durch die Scheibe C hindurch zu gehen. Fahren wir fort, die Scheibe C auf ihrer Axe A C um den ganzen Zirkel zu drehen, so werden diese Abwechslungen von Durchgehung und Zurückwerfung des Strahles auf dieselbe Weise Statt finden bei den zwei andern Quadranten 180° und und 270°. Demnach hat also der Strahl R A durch die Reflexion ganz neue Eigenschaften gewonnen, oder um es kurz zu sagen, er hat Polarität erhalten, ist polarisirt worden. Werfen wir nun unsern Blick wieder auf Fig. 18, so muß der Strahl R A in dieser Figur natürlich denselben Gesetzen folgen, wie der Strahl R A in Fig. 19; d. h. der Strahl A E wird durch die Reflexion ebenfalls Polarität erhalten haben. Betrachten wir nun weiter, was aus dem gebrochenen Strahle B M, in derselben Fig. 18 geworden ist. Auch dieser wird polarisirt worden sein; wenn wir ihn jedoch in einer Glasscheibe F G unter dem Polarisations-Winkel von 56° auffassen, so wird sich zeigen, daß er sich nicht zurückwerfen läßt; da hingegen bei dem zurückgeworfenen Strahle A E dieß noch einmal möglich ist, wenn nicht die Scheibe F G um 90° gedreht wird, d. h. so, daß sie einen rechten Winkel mit der Fläche bildet, in welcher der gebrochene Strahl B M sich nicht reflectiren ließ. Hieraus ziehen wir den Schluß: wenn ein Lichtstrahl unter dem Polarisationswinkel auf einen durchsichtigen Körper fällt, so wird das ganze reflectirte Licht polarisirt; das ganze durchgehende Licht aber wird polarisirt in einer Fläche, die mit derjenigen, in welcher der reflectirte Strahl polarisirt wird, einen rechten Winkel bildet.

Dieß ist das allgemeine Gesetz, und es wird nicht unpassend sein, hier kurz eine andere gewöhnliche Erläuterung desselben zu erwähnen. Jedermann kennt den Kalkspath und dessen sonderbare Eigenschaft, daß die durch dieses Mineral gesehenen Gegenstände doppelt erscheinen, d. h. seine doppelte Brechung. Wenn nämlich ein Lichtstrahl auf einen Krystall dieses Kalkspathes in einer besondern Richtung fällt, so wird er in zwei

Strahlen gespalten. Nun ist es eine merkwürdige Erscheinung, daß, wenn man diese zwei Strahlen auf die vorhin angegebene Weise (als wir vom reflectirten und durchgehenden Lichte sprachen) untersucht, es sich zeigt, daß beide polarisirt werden, aber dieß in Flächen, die einen rechten Winkel gegen einander bilden; d. h. der gewöhnliche durchgehende Strahl wird polarisirt, wie der gewöhnliche durch den Bund Glasscheiben durchgehende; während der außergewöhnliche durchgehende polarisirt wird, wie der von diesen Scheiben reflectirte Strahl. Viele Körper sind auf ähnliche Art gebildet, während andere zwei oder mehr Flächen oder Axen mit doppelter Brechung haben, woraus sich eine Menge interessanter und bewundernswürdiger Eigenschaften ergiebt, welche wir jedoch hier nicht weiter auseinander setzen können.

Zersetzung des Lichts. — Wenn ein Lichtstrahl **R**, Fig. 20, quer durch ein Prisma **CDF** geht, anstatt gerade in der Richtung **Y** durch dasselbe zu gehen, so entsteht durch die Brechung desselben ein Farbenbild **E e**, das, wenn es auf einem Lichtschirme **A B** aufgefangen wird, aus sieben verschiedenen Farben besteht, und zwar aus denjenigen und in der Ordnung, wie die Figur sie angiebt. Jede derselben hat also eine verschiedene Refractionskraft: roth ist am wenigsten, violet am meisten gebrochen in Bezug auf die ursprüngliche Richtung des Sonnenstrahles **R Y**. Dieses längliche Farbenbild heißt das Sonnenbild oder auch das prismatische Spektrum, und Isaac Newton hat gefunden, daß jede Farbe aus einem Lichte bestehe, das nicht, wie das weiße Licht, weiter theilbar ist, aber gleiche refractive Eigenschaften besitzt: deßhalb nannte er die sieben Farben einfache oder homogene, im Gegensatz gegen das weiße Licht, das er zusammengesetztes oder heterogenes nannte *). Diese

*) David Brewster hat neuerdings gezeigt, daß es in der That nur drei einfache Farben gebe, roth, gelb und blau, und daß jede dieser Farben durch das ganze Spektrum hindurch bestehe. Demnach scheinen, wie die verschiedenen electrischen und magnetischen Kräfte, ebenso auch diese Grundfarben, wenigstens roth und blau (da gelb wahrscheinlich nur abgeleitet ist), sich nicht völlig von einander trennen zu können.

wichtige Thatsache giebt uns den Schlüssel zur Erklärung der endlosen Mannigfaltigkeit und dem bunten Wechsel der Farben, da Körper je nach ihrem Vermögen, die Strahlen dieser oder jener Farbe zurückzuwerfen oder durchzulassen, und den Rest zu absorbiren oder zurückzuwerfen, diese oder jene Farbe zu haben scheinen, während weiße Körper alle Farben zurückwerfen, schwarze alle absorbiren. Abgesehen von der Farbe hat man weiter bemerkt, daß verschiedene Theile des prismatischen Bildes verschiedene Wärme- und chemische oder electrische Eigenschaften besitzen, welche, je nach der Beschaffenheit des angewandten Prisma's, in gewisser Beziehung sich verändern. Im Allgemeinen nimmt die Wärmekraft gegen den rothen Strahl hin zu, während die chemische zwar in gewissem Grade durch die Natur der Farbe bestimmt zu sein scheint, aber, obgleich von entgegengesetztem Character, an den beiden Enden größer ist, als in der Mitte des Farbenbildes, wo sie fast gleich Null erscheint. Die chemischen Eigenschaften des Lichtes sind jedoch keineswegs hinlänglich bekannt, und haben bisher nicht die Aufmerksamkeit auf sich gezogen, welche sie verdienen.

Bei einer aufmerksamen Betrachtung der Erscheinungen der Wärme und des Lichts und einer sorgfältigen Vergleichung derselben mit den allgemeinen Erscheinungen der Polarisationskräfte kann man unmöglich die auffallende Analogie übersehen, welche durch das Ganze herrscht. Die Erscheinungen der Wärme sind bisher sehr unvollkommen untersucht worden, deßhalb sind wir auch viel weniger im Stande, die Analogie nachzuweisen; aber die Erscheinungen des Lichts haben wegen ihres hervorstechenderen Characters mehr Aufmerksamkeit erregt, und man versteht sie deßhalb auch weit besser. Es wäre nun zwar dem Zwecke dieser Abhandlung völlig fremd, wenn wir uns weiter in diese Untersuchung einlassen wollten, enthalten aber können wir uns nicht, indem wir diese Bemerkungen schließen, eine bereits erwähnte Meinung noch einmal zu wiederholen, nämlich die: daß die Moleculen der Wärme und des Lichts Polaritäten besitzen, welche denen der wägbaren Körper vollkommen ähnlich sind, und daß nicht allein die chemischen Wirkungen dieser Principien, sondern auch

jene Erscheinungen des Lichts, die durch die Hypothese von den Lichtwellen (undula) jetzt so schön erklärt sind, sich durch die wahrscheinlichere Voraussetzung der molecularen Polarität noch deutlicher erklären lassen werden. *)

---

*) Nach der Newton'schen Hypothese vom Licht und dessen Bewegung, können die Lichtmoleculen als kleine Magnete betrachtet werden, die sich schnell um ihre Mittelpuncte bewegen, während sie in ihrem Laufe fortschreiten, und so abwechselnd bald ihre attractiven, bald ihre repulsiven Pole darbieten. Nach unserer Hypothese werden die chemischen Axen aller repulsiven Moleculen als umgekehrt gedacht, durch welche umgekehrte Anordnung die Pole der angrenzenden Moleculen ungleichnamig und attractiv werden; während durch die gleiche Anordnung die cohäsiven Aequatorialkräfte angrenzender Moleculen nothwendig gleichnamig und repulsiv werden. Siehe Fig. 16. Nun wird die unter diesen Umständen ungünstige Lage und größere Entfernung der chemischen Polaritäten die Intensität ihrer attractiven Kräfte um so viel vermindern, daß, obgleich sie durch die vollkommene Gleichheit ihrer entgegengesetzten Richtungen fähig sind, die chemischen Axen im Zustande des Parallelismus zu erhalten, dennoch diese chemischen Polaritäten nicht vermögen, das Uebergewicht über die Aequatorial-Repulsion zwischen anstoßenden Moleculen zu gewinnen und so zu verhindern, daß sich diese Moleculen von einander trennen. Demnach werden, wenn eine Reihe repulsiver Moleculen kraft dieser ihrer repulsiven Kräfte sich fortbewegt, (wie z. B. bei der Ausstrahlung des Lichts u. s. w.) die Aequatorial- oder Cohäsiv-Durchmesser der Moleculen stets in der Bewegungslinie sein, und jede folgende Molecule wird abwechselnd eine entgegengesetzte Polarität darbieten; während natürlich die chemischen Axen alle in derselben Fläche sein und die Bewegungslinie durchkreuzen werden. Dieß wird die Ordnung in einer einzelnen Reihe sich bewegender Moleculen sein; wenn sich jedoch eine Anzahl Reihen mit einander bewegt, wie im gewöhnlichen Sonnenlicht, so darf man mit Grund annehmen, daß die Moleculen der an einander stoßenden Reihen das Streben haben werden, sich so zu ordnen, ·+·+·+·+· daß ihre chemischen Axen rechtwinklig gegen einander stehen. Diejenigen, welche sich für den Gegenstand des Lichts interessiren, werden vielleicht ohne Mühe begreifen, wie sich solche Anordnungen benützen lassen, um die verschiedenen Erscheinungen, die wir betrachtet haben, zu erklären.

Achter Abschnitt.

Von den Quellen der Wärme und des Lichts.

Die hauptsächlichsten und augenscheinlichen Quellen der Wärme und des Lichts sind: Sonne, Electricität, mechanische Bewegung, Veränderung der physischen Beschaffenheit, Veränderung der chemischen Beschaffenheit und organische Bewegung.

Die Sonne ist die nächste und unveränderliche Quelle, aus der unserer Erde Wärme und Licht mitgetheilt werden. Die Beschaffenheit der Sonne und die Art, wie diese Mittheilung der Wärme und des Lichtes stattfindet, ist uns jedoch gänzlich unbekannt und wird es auch wahrscheinlich immer bleiben. Eine andere Quelle der Wärme und des Lichts ist die Electricität. Durch diese werden Wärme und Licht entwickelt in dem Zustande des Gleichgewichtes beider Kräfte; und einige der höchsten Grade von Wärme und Licht, die erzeugt worden sind, wurden durch den galvanischen Apparat bewirkt. Plötzliche Verdichtung der Luft ist gleichfalls eine Ursache, durch welche oft Wärme und Licht sich entwickeln, und zwar nach Gesetzen, die man sich aus dem Obigen leicht wird abnehmen können. Die Entwicklung der Wärme durch heftige Erschütterung und Verdichtung scheint beschränkt zu sein, die Entwicklung derselben durch Reibung aber ganz unbeschränkt, d. h. so lange die Reibung fortdauert, wird auch Wärme entwickelt; die Art aber, wie die Wärme entsteht, scheint sich nicht deutlich erklären zu lassen, wenn wir nicht annehmen wollen, es finde eine fortdauernde Zersetzung und Wiederherstellung Statt, was nicht unwahrscheinlich ist. Eine andere häufige Ursache, durch welche Wärme erzeugt wird, ist die physische Veränderung der Beschaffenheit eines Körpers, wie solche beständig in der Natur statt findet, z. B. die Verwandlung der Gase in tropfbare Flüssigkeiten, der tropfbaren Flüssigkeiten in feste Körper u. s. w. Solche Verwandlungen lassen sich benützen, um nach Willkühr Wärme anzuhäufen, wie z. B. durch die Verdichtung des Dampfes. Sind jedoch diese physischen Veränderungen mit chemischen Veränderungen verbunden, wie

wie dieß oft der Fall ist, so werden dadurch die auffallendsten Wirkungen hervorgebracht. Von dieser Art sind alle Erscheinungen des Verbrennens, der gewöhnlichsten Quelle der künstlichen Wärme: Erscheinungen, die im Grunde nichts weiter sind, als die schnellste chemische Verbindung gewisser Körper mit andern, besonders mit dem sogenannten Sauerstoffe. Nahe verwandt mit der chemischen Bewegung und vielleicht identisch damit, ist die Entwicklung der Wärme durch organische Veränderungen, oder was man animalische Wärme nennt, ein Gegenstand, auf den wir weiter unten zurückkommen werden.

Indem wir für jetzt unsere Bemerkungen über Wärme und Licht schließen, haben wir nur noch zu bemerken, daß die Erscheinungen und Bewegungsgesetze dieser untergeordneten Agenzien alle von der höchsten Wichtigkeit sind, da sie die Gränzen und Grundsätze bestimmen, an welche sich der große Urheber der Natur bei seinen Wirkungen in derselben strenge bindet. Betrachten wir deßhalb die Vertheilung der Wärme und des Lichts im Großen, sofern sie das Klima des Erdkörpers bestimmt, oder aber in Bezug auf die geringste Kleinigkeit, wie den Schmuck einer Blumenknospe oder eines Insekts, — überall offenbart sich dieselbe schöne Anlage und planmäßige Einrichtung, um die Thätigkeit dieser wichtigen Stoffe hervorzurufen oder zu hemmen.

Die wundervollen Wirkungen der Wärme und des Lichtes werden jedoch passender erst später betrachtet; deßhalb verschieben wir alle weiteren Bemerkungen über diese Gegenstände auf denjenigen Abschnitt unserer Schrift, der von der Meteorologie handeln wird.

Neunter Abschnitt.

Kurze Wiederholung der in den vorhergehenden Abschnitten behandelten Gegenstände nebst allgemeinen Bemerkungen darüber.

In den vorhergehenden Abschnitten haben wir uns bemüht, eine zusammenhängende Darstellung von der Natur und Wir-

kungsweise der Molecularkräfte zu geben: zum leichteren Verständnisse dieses Gegenstandes mag es nun nicht unpassend sein, die Hauptpuncte kurz zu wiederholen, und denen, welche vielleicht nicht geneigt sein mochten, der ausführlichen Darstellung mit Aufmerksamkeit zu folgen, die Analogie nachzuweisen, welche durch das Ganze herrscht.

1) Das Erste, was wir zu zeigen versuchten, war: daß die Kräfte, welche die Molecularverbindung bestimmen, nicht blos die der Schwere sein können, wenigstens nicht in ihrer gewöhnlichen Form; sondern daß eine gewisse andere Modification von Kraft zur Erklärung jener Erscheinungen nöthig sei.

2) Durch die Annahme, daß die Moleculen der Körper zur Kugelform hinstreben und zwei Arten von Polarisationskräften besitzen, wovon die eine axial, die andere aber äquatorial wirke, versuchten wir zu zeigen, wie die Erscheinungen der einfachen Krystallisation sich erklären lassen; und wir unterstützten unsern Beweis durch Nachweisung des gleichen gegenseitigen Verhältnisses der electrischen und magnetischen Kräfte, das wir zwischen den Kräften unserer Moleculen angenommen haben. Hieraus wagten wir den Schluß zu ziehen, daß Electricität und Magnetismus, wenn sie auch nicht identisch mit den Kräften sein mögen, deren Vorhandensein in den wägbaren Körpern wir zur Erklärung der Erscheinungen der Krystallisation annehmen zu müssen glaubten, doch wenigstens diese Kräfte repräsentiren oder ihnen analog sind. Ferner versuchten wir, es wahrscheinlich zu machen, daß die Moleculen der unwägbaren Stoffe, Wärme und Licht, Polaritäten besitzen, welche denen der wägbaren Körper ganz analog sind, und daß viele ihrer eigenthümlichen Erscheinungen in diesen Polaritäten ihren Grund haben.

3) Um die verschiedenen Formen der Körper zu erklären, nahmen wir an: bei der festen Form der Körper sind die Moleculen so geordnet, daß sie einander, nach gewissen Gesetzen, anziehen; bei der tropfbar-flüssigen so geordnet, daß sie einander weder anziehen noch abstoßen; aber bei der gasartigen sind die Kräfte der Moleculen so geordnet,

daß die letztern dadurch gegenseitig repulsiv werden. Viele wohlbekannten Erscheinungen der gasartigen Körper versuchten wir auch durch die Annahme zu erklären: daß dieselben Moleculen, welche in der festen Form die Eigenschaft besitzen, vorzugsweise einander anzuziehen, in der gasartigen das umgekehrte Verhalten beobachten und einander vorzugsweise abstoßen werden.

4) Zuletzt suchten wir zu zeigen, daß die Erscheinungen der Ausstrahlung unter den Moleculen unwägbarer Körper, denen der Verbreitung und Mischung unter den Moleculen wägbarer Körper, wenn diese sich im tropfbar-flüssigen und gasartigen Zustande befinden, vollkommen analog sind, und daß sich demzufolge auch auf beide genau dieselben Gesetze anwenden lassen.

In Bezug auf die in trockene Einzelnheiten eingehende Darstellung der Moleculartthätigkeit glauben wir, uns bei unsern Lesern rechtfertigen zu müssen. Die Gründe, die uns zu derselben bestimmten, sind hauptsächlich folgende zwei: Erstens hatten wir dabei — und zwar mit Hinsicht auf die besondere Aufgabe des vorliegenden Werkes, — die Absicht, dem weiteren Kreise der Leser eine Vorstellung von den wunderbaren und verborgenen Wirkungen zu geben, welche fortwährend in jedem einzelnen Theilchen der Materie um uns her Statt finden. Mögen diese Wirkungen auch nicht gerade auf die Weise Statt finden, wie wir sie dargestellt haben; ja, mögen sie sogar ganz verschieden davon sein, wenigstens Eine Absicht, die wir bei unserer Darstellung im Auge hatten, wird auch bei der flüchtigsten Durchlesung des Gesagten erreicht werden, die nämlich, selbst den oberflächlichsten Leser darauf hinzuweisen, daß in dem geringsten Bruchstücke der Materie und bei den gewöhnlichsten und einfachsten Wirkungen der Natur, die er häufig ganz und gar übersieht, die wundervollsten und außerordentlichsten Anordnungen Statt finden müssen; Anordnungen, welche, gehörig beobachtet, in der That seine Bewunderung ebenso sehr, oder noch mehr, in Anspruch nehmen, und zugleich die Allmacht des Schöpfers nicht minder an den Tag legen, als die auffallendsten sichtbaren Erscheinungen in

der Natur. Die zweite Absicht, die wir im Auge hatten, war, wie schon bemerkt, eine zusammenhängende Darstellung der Molecularkräfte zu geben, und dadurch, daß wir die verschiedenen Wirkungen unter einen Gesichtspunkt brachten, unter dem er, wie wir glauben, bisher nicht betrachtet worden war, die auffallende Analogie nachzuweisen, welche durch das Ganze herrscht.

Ehe wir diesen Abschnitt schließen, haben wir noch die Argumente, die sich aus der Theilbarkeit und Molecularconstitution der Materie ziehen lassen, in Bezug auf unsern vorliegenden Gegenstand, kurz auseinander zu setzen. Sie können unter folgenden drei Hauptgesichtspunkten betrachtet werden: 1) die Materie hat nicht immer in ihrer gegenwärtigen Form existirt; 2) sie kann ihre gegenwärtige Form nicht durch Zufall erhalten haben, folglich muß sie 3) das Werk eines freien und verständigen Wesens sein. Ohne Zweifel ließen sich noch andere Schlüsse aus dem Gesagten ziehen; wir beschränken uns jedoch absichtlich so viel als möglich auf die Darlegung solcher Gründe, welche über jeden Widerspruch erhaben sind.

Erster Schluß: Die Theilbarkeit und Molecularconstitution der Materie scheint es außer Zweifel zu setzen, daß sie nicht von Ewigkeit her in ihrem gegenwärtigen Zustande existirt hat.

Obgleich wir uns keine Vorstellung davon machen können, was die Materie ohne ihre molecularen Eigenschaften sein würde, so sind doch diese Eigenschaften nicht von der Art, daß wir annehmen müßten, sie seien nothwendig zur Existenz derselben. Im Gegentheile haben wir gesehen, daß die Materie auch ursprüngliche Eigenschaften (z. B. die der Gravitation) besitzt, in Vergleich mit welchen ihre molecularen Eigenschaften augenscheinlich secundärer oder untergeordneter Art sind. Wenn aber diese untergeordneten Eigenschaften nicht nothwendig zur Existenz der Materie sind, so ist es auch möglich, daß die Materie zu einer gewissen Zeit ohne dieselben existirt hat. Und schon diese bloße Möglichkeit scheint unverträglich mit der Annahme einer ewigen Existenz; denn was zu einer gewissen Zeit sein kann, das ist vielleicht auch wirklich so gewesen; des-

halb müßte die ewige (passive) Existenz der Materie ihre Unveränderlichkeit in sich schließen. Da sich sonach die Molecularconstitution der Materie nicht als nothwendig zur Existenz derselben erweisen läßt, so läßt sich auch nicht beweisen, daß sie ewig ist. Die Schwierigkeit einer solchen Voraussetzung wird überdieß noch sehr vergrößert, sobald wir die charakteristische Eigenschaft der Materie im Molecularzustande betrachten, nämlich die unendliche Wiederholung ganz gleicher Theile. Auch ist zu beachten, daß die obigen Bemerkungen nur auf eine Form der Materie Anwendung leiden; wir werden aber weiter unten sehen, daß die Chemiker über fünfzig Formen derselben annehmen, welche alle einen elementaren Charakter haben, und von denen sich wenigstens bis jetzt noch nicht sagen läßt, daß eine derselben mehr elementar sei, als die andere. Ueberdieß ist die Anzahl der Moleculen in einem jeden dieser elementaren Stoffe, so groß sie auch sein mag, doch beschränkt, und ebenso sind auch die Eigenschaften der Moleculen bestimmt und abgegränzt; lauter Umstände, die der Voraussetzung, daß die Materie von Ewigkeit her in ihrem gegenwärtigen Zustande sich befinde, unübersteigliche Schwierigkeiten in den Weg legen. Denn wie ist es gekommen, könnte man fragen, daß die Anzahl und die Eigenschaften der Grundstoffe oder die Anzahl der Moleculen, aus denen diese Grundstoffe bestehen, gerade so sind, wie der Haushalt der Natur es verlangt, und weder größer, noch kleiner, noch sonst anders? Wie ist es gekommen, daß das, was in gewisser Beziehung für unbeschränkt gilt, in der Beziehung, in welcher wir wirklich im Stande sind, es zu erforschen, durchaus beschränkt erscheint; ja! was noch mehr ist, glücklicherweise gerade da, wo es allem Anscheine nach nothwendig ist? Derjenige, welcher diese Fragen genügend beantworten kann, mag mit einiger Hoffnung auf Erfolg für die Ewigkeit der Materie und ihrer Eigenschaften in ihrer gegenwärtigen Form streiten. Indessen aber behaupten wir, ohne Furcht eines Widerspruchs, daß die Molecularconstitution der Materie entschieden künstlich ist, oder, um mit Herschel zu reden, daß die Moleculen der Materie alle „den wesentlichen Charakter eines Kunstproducts an sich tragen" und folglich nicht ewig sind.

Zweiter Schluß. Wenn die gegenwärtige Molecularconstitution der Materie nicht immer bestanden hat, so muß sie zu einer gewissen Zeit durch eine höhere Ursache bewirkt worden sein. Diese Ursache muß entweder zufällig und von ungefähr gewirkt haben, oder frei und unter dem Einflusse eines Willens.

Was die erstere Alternative, nämlich das Entstehen durch Zufall, betrifft, so scheint die unendliche Wiederholung gleicher Theile, welche die Molecularconstitution der Materie zeigt, diese Voraussetzung schlechterdings auszuschließen. Betrachten wir es nicht als ein Wunder, wenn wir in der Natur nur zwei oder drei Dinge, z. B. zwei oder drei Menschengesichter, erblicken, welche durch Zufall ganz gleich sind? Würden wir nicht denjenigen für einen Narren halten, der die Uniform oder die Schwenkungen eines Regiments Soldaten für ein Werk des Zufalls erklärte? und können wir also dem Schlusse in der unendlich strengeren Form, in welcher er hier uns entgegentritt, unsere Zustimmung versagen? So sind wir demnach, da der Gedanke an einen Zufall zu unnatürlich ist, um auch nur einen Augenblick von einem vernünftigen Wesen angenommen zu werden, zu der Annahme der andern Alternative genöthigt, daß nämlich die Ursache oder das Prinzip, das die Molecularconstitution der Materie hervorbrachte, ein freies Agens oder Wesen sein, und zugleich eine seinem Willen entsprechende Macht besitzen muß.

Dritter Schluß. Die Ursache oder das Wesen, dessen Werk das wundervolle System ist, das wir betrachtet haben, muß ebenso verständig, als mächtig gewesen sein.

Wir schreiben einem Wesen Verstand zu, wenn seine Werke Zweckmäßigkeit verrathen. Sehen wir z. B. eine Maschine für ihre Verrichtungen zweckmäßig eingerichtet, so schließen wir, daß der Urheber derselben Verstand besessen haben muß. Wenn wir nach dieser Regel aus der Molecularconstitution der Materie einen Schluß ziehen wollen, so werden wir finden, daß sich in ihr, so weit wir sie verstehen, nicht allein die höchste Zweckmäßigkeit offenbart, sondern augenscheinlich noch weit mehr,

d. h. der Urheber dieses Systems muß nicht allein Verstand besessen haben, sondern auch einen Verstand, der dem unsrigen unendlich überlegen ist. So muß gleich von vorne herein die Wahl der Molecularform der Materie als ein Beweis des höchsten Verstandes betrachtet werden; denn unter allen Formen der Materie, die man sich denken kann, scheint die Molecularform für die Zwecke der Schöpfung am besten geeignet zu sein. In der That, bei welcher andern Voraussetzung, als bei der einer Zertheilung der Materie in die kleinsten gleichen Theilchen, ließen sich alle diese immerwährenden Wirkungen erklären, die wir beständig in der Welt vorgehen sehen? Der nächste Umstand, der unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt, ist die Natur der Eigenschaften, welche die Moleculen der Materie besitzen. Diese Eigenschaften sind wirklich erstaunenswerth und ganz geeignet, uns die höchsten Begriffe von der Macht und Weisheit ihres Urhebers beizubringen. Was kann wundervoller sein, als daß die nämlichen chemischen Kräfte, je nach ihrer verschiedenen Richtung, nicht allein jenen immerwährenden Wechsel der Qualität und des Zustandes der Körper um uns her, der uns so wohlthätig, ja! zu unserer Existenz nothwendig ist, sondern auch ebenso die schrecklichsten Wirkungen in der Natur, wie z. B. die höchste Intensität der Wärme, der Kälte und des Lichtes, den furchtbaren Blitzstrahl, das alleszerstörende Erdbeben hervorbringen müssen! Ebenso wunderbar und wichtig ist auf der andern Seite die cohäsive Verwandtschaft unter den Moleculen der Materie; denn wenn die gleichartigen Moleculen nicht mit gegenseitig attractiven und repulsiven Eigenschaften begabt worden wären, so hätte es keine Aggregation derselben Materie in symmetrische Gruppen, weder Ordnung noch Regelmäßigkeit, weder Trennung noch Reinheit, kurz, kein gemeinschaftliches Band der Vereinigung gegeben, und die verschiedenen Moleculen derselben Materie wären durch die Natur zerstreut, wie der Zufall oder andere Umstände es mit sich brächten. Deßhalb könnte die gegenwärtige Ordnung der Dinge nicht bestehen, wenn die Moleculen der Materie nicht diese beiden Eigenschaften besäßen, von welchen die chemische

gleichsam vorherrscht und gebieterisch bestimmt, welche Molecülen verbunden oder getrennt sein müssen; während die cohäsive, in schweigendem Gehorsam, jener sich unterwirft, und, die Arbeiten ihrer Vorgängerin fleißig zusammenpassend und ordnend, hier vielleicht einen Diamant bildet, dort über dem gleichmäßigen Zustande der Atmosphäre wacht.

Dieß sind die Molecularkräfte, wie sie unserer Beobachtung sich darstellen, und dieß die Schlüsse, die sich daraus ziehen lassen. Wenn wir es aber versuchen, weiter zu gehen, und in die innere Natur dieser Kräfte einzudringen, so finden wir nicht allein vieles, das uns noch unbekannt ist, sondern auch vieles, das offenbar unsere Einsicht weit übersteigt. Welch eine erhabene Vorstellung von der Weisheit und Macht desjenigen, der das Ganze erdachte und schuf, muß uns dieß geben! Wann oder wo, so rufen wir aus, hat dieses Wesen existirt? woher seine Weisheit? woher seine Macht? Auf diese Fragen giebt es und kann es nur Eine Antwort geben. Das Wesen, welches alle diese Dinge erdachte und schuf, muß von Ewigkeit her, muß allwissend, muß allmächtig, — muß Gott gewesen sein!

Viertes Kapitel.

Von den chemischen Grundstoffen und den Gesetzen ihrer Verbindung.

Im vorigen Kapitel haben wir uns zu zeigen bemüht, daß das kleinste Bruchstück der durch unsere Sinne erkennbaren Materie aus unzähligen Moleculen zusammengesetzt ist, von denen alle einander an Größe, Gestalt, Eigenschaften, kurz, in jeder Hinsicht, vollkommen gleich sind. Hieraus zogen wir den unbestreitbaren Schluß: daß die Moleculen der Materie nicht immer in ihrer gegenwärtigen Form existirt haben, noch durch Zufall gebildet worden seien; sondern daß sie einen Anfang haben nehmen, daß sie das Werk eines Schöpfers sein müssen. Betrachten wir nun

die ungeheure Quantität der Materie unseres Erdkörpers, (um nicht weiter zu gehen), oder auch nur eines Theils desselben, z. B. die Wassermasse im Weltmeer, und bedenken, daß jede einzelne Molecule dieses Wassers Eigenschaften besitzt, welche denen des Tropfens, den wir früher betrachteten, vollkommen ähnlich sind; so muß uns wirklich unser, bereits schon hinreichend überzeugender Beweis durch sein Gewicht vollends überwältigen. Dessen ungeachtet läßt er immer noch weitere Bekräftigung zu, und wir wollen nun zeigen, daß sich diese ganze ungeheure Sammlung von Moleculen, so zahlreich, mannigfaltig und außerordentlich sie auch sind, dennoch auf sehr wenige Grundformen zurückführen läßt, deren endlos abwechselnde Verbindungen und Trennungen unter einander alle Erscheinungen der Chemie hervorbringen.

Erster Abschnitt.

Von den chemischen Grundstoffen.

Man kennt bis jetzt ungefähr vierundfünfzig Substanzen, die man als Grundstoffe betrachtet. Unter diesen sind mehrere, welche gewisse Eigenschaften gemeinschaftlich besitzen, obgleich sie sich alle in untergeordneten Einzelnheiten von einander unterscheiden, oder mit andern Worten, specifisch verschieden sind. Unter der gesammten Zahl finden sich in den uns zugänglichen Theilen des Erdkörpers nur etwa zwei oder drei, die in großer Quantität in unvermischtem Zustande vorkommen; gewöhnlich sind sie in Mischungen gehüllt und ihre Eigenschaften dadurch verborgen. Unter den gewöhnlichen Umständen existiren die meisten dieser Stoffe als feste Körper; einige der wichtigeren kommen in Gasgestalt vor und einer oder zwei als flüssige Körper. Wenige darunter sind auch nur dem Anscheine nach so unwichtig in der Welt, daß man sie, würden sie vernichtet, nicht vermißte; während andere so offenbar nothwendig zur Existenz der gegenwärtigen Ordnung der Dinge sind, daß die geringste Verwirrung oder Aenderung ihrer Verhältnisse oder ihrer Quantität, für das Ganze verderblich sein würde. Einige von diesen Grundstoffen sind in so ungeheuern

Quantitäten vorhanden, daß sie einen großen Theil der ganzen sichtbaren Masse unseres Erdkörpers ausmachen; während dagegen andere, so viel wir wenigstens ermitteln können, in geringem Verhältnisse vorkommen, daß sie nur mit Schwierigkeit und nicht ohne mühsames Forschen gewonnen werden können. Auch in Bezug auf die Leichtigkeit, mit welcher sie Verbindungen eingehen und die Hartnäckigkeit, mit der sie darin beharren, finden sehr bemerkenswerthe Verschiedenheiten Statt, indem einige unter ihnen sich unter sehr mannigfaltigen Verhältnissen fast mit allen übrigen leicht verbinden, andere dagegen fast unter keinerlei Umständen zur Verbindung gebracht werden können. Endlich sind auch die verschiedenen Wirkungen, welche einige dieser Grundstoffe auf das organische Leben ausüben können, sehr bemerkenswerth. Der größere Theil derselben kann im einfachen Zustande als schädlich für dasselbe betrachtet werden, während andrerseits drei oder vier davon die organischen Wesen zu dem machen, was sie sind, und sich als nothwendig zu ihrer Existenz erweisen.

Dieß sind einige der Haupteigenschaften der Grundstoffe, so weit wir dieselben bis jetzt kennen. Dr. Thomson hat dieselben in drei Klassen eingetheilt, nämlich in: 1) Stoffe, welche das Verbrennen der Körper vermitteln; 2) Säuerbare Basen; und 3) Alkalisirende Basen. Folgende Tafel stellt sie nach dieser Eintheilung dar.

Tafel der Grundstoffe.

I.

Stoffe, die das Verbrennen der Körper vermitteln.

1. Sauerstoff.
2. Chlor.
3. Brom.
4. Jod.
5. Fluor.

II.

Säuerbare Basen.

6. Wasserstoff.
7. Kohlenstoff.
8. Stickstoff.
9. Boron.
10. Silicium.
11. Phosphor.
12. Schwefel.
13. Selenium.
14. Arsenik.
15. Spießglas.
16. Tellurium.
17. Chromium.
18. Uranium.
19. Vanadium.
20. Molybdän.
21. Tungstein.
22. Titanium.
23. Colombium.

III.

Alkalisirende Basen.

Alkalische Basen.

24. Potassium.
25. Sodium.
26. Lithium.
27. Calcium.
28. Magnesium.
29. Strontium.
30. Barium.

Erdige Basen.

31. Aluminium.
32. Glycinium.
33. Ytrium.
34. Zirconium.
35. Thorium.
36. Cerium.

Schwer schmelzbare Basen.

37. Eisen.
38. Mangan.
39. Nickel.
40. Kobalt.

Leicht schmelzbare Basen.

41. Zink.
42. Cadmium.
43. Blei.
44. Zinn.
45. Wismuth.
46. Kupfer.
47. Quecksilber.

Edle Metalle.

48. Silber.
49. Gold.
50. Platina.
51. Palladium.
52. Rhodium.
53. Iridium.
54. Osmium.

Da es außer unserem Plane liegt, in eine genaue Beschreibung dieser Körper einzugehen, so begnügen wir uns mit einer kurzen Uebersicht über dieselben, welche auch den unkundigeren Leser in den Stand setzen wird, sich eine Vorstellung von ihren Eigenschaften zu bilden, und uns ohne große Schwierigkeit bei unsern weitern Untersuchungen zu folgen.

1.) Sauerstoff oder Oxygen, von ὀξύς, sauer, und γεννάω, erzeugen; so genannt wegen seiner Eigenschaft, Säuren zu bilden. 2.) Chlor, von χλωρός, grün; wegen seiner Farbe. 3.) Brom, von βρῶμος, Gestank; wegen seines starken widrigen Geruchs. 4.) Jod, von ἰοειδής, violet; von der Farbe, die es im gasartigen Zustande annimmt. 6.) Wasserstoff oder Hydrogen, von ὕδωρ, Wasser, und γεννάω, erzeugen. 8.) Stickstoff oder Azot, vom ἀ privativum und ζωή, Leben; wegen seiner Eigenschaft, lebendige Wesen zu ersticken. 13.) Selenium, von σελήνη, der Mond. 17.) Chromium, von χρῶμα, Farbe; so genannt wegen der schönen Farben einiger seiner Salze. 18.) Uranium, von οὐρανός, der Himmel. 19.) Vanadium, von Vanadis, einer skandinavischen Gottheit. 20.) Molybdän, von μολύβδαινα, Blei. 22.) Titanium, von τίτανος, Kalk. 23.) Columbium, von Columbia in Amerika, wo es zuerst entdeckt wurde. 26.) Lithium, von λίθος, Stein. 29.) Strontium, von Strontian, einem Orte in Schottland, wo es zuerst entdeckt wurde. 30.) Barium, von βαρύς, schwer. 31.) Aluminium, von alumen, Alaun. 32.) Glucinium, von γλυκύς, süß; von dem Geschmacke einiger seiner Salze. 52.) Rhodium, von ῥόδον, Rose, von der Farbe einiger seiner Mischungen. 53.) Iridium, von ἶρις, Regenbogen, von der Mannigfaltigkeit der Farben, welche einige seiner Salze annehmen. 54.) Osmium, von ὀσμή, Geruch; von dem starken Geruche einiger seiner Mischungen.

Von denjenigen Stoffen, welche das Verbrennen der Körper vermitteln. — Die fünf ersten Stoffe, Sauerstoff, Chlor, Brom, Jod und Fluor, vermitteln das Verbrennen der Körper. Sie haben einige Eigenschaften mit einander gemein, obgleich sie in anderer Hinsicht, und besonders hinsichtlich ihrer scheinbaren relativen Wichtigkeit im Haushalte

der Natur, sich sehr von einander unterscheiden. Sie sind bemerkenswerth durch das Streben, das sie zeigen, sich nicht allein mit einander, sondern auch mit fast allen anderen Stoffen welche auf obiger Tafel unter ihnen stehen, zu verbinden; und ihre Verbindung, besonders die des Sauerstoffes, ist gewöhnlich mit einer stärkeren oder schwächeren Wärme- und Licht-Entwicklung verbunden, und erzeugt die wohlbekannte Erscheinung, welche das Verbrennen genannt wird.

(1) Der Sauerstoff ist einer der sehr wenigen Grundstoffe, die in der Natur in Gasgestalt vorkommen. In dieser Form findet man ihn in der gewöhnlichen Luft enthalten, von welcher er ungefähr $\frac{1}{5}$ ausmacht. Bei dem gegenwärtigen Zustande der Welt darf der Sauerstoff vielleicht als eine der wichtigsten, wo nicht als die wichtigste Substanz in ihr betrachtet werden. Durch seine Neigung, mit andern Stoffen in Verbindung zu treten, wirkt er beständig auf jedes Ding und verändert es. Der bei weitem größere Theil der mineralischen Körper, welche die Erdkruste bilden, enthält mehr oder weniger Sauerstoff, und in allen Pflanzen und Thieren ist er als constituirendes Element vorhanden. Kurz, die Eigenschaften des Sauerstoffes machen ihn zu einem Elemente und untergeordneten Agens der wichtigsten Art; während die zahllosen, in der Natur zu beobachtenden Anordnungen, die Wirkungen desselben zu sichern, zu vermeiden oder einzuschränken, wirklich außerordentlich sind, und unzweideutige Beweise von dem Plane geben, den der große Urheber der Natur bei allen seinen Werken an den Tag legt. Von einigen der wichtigsten dieser Anordnungen werden wir später Gelegenheit haben, zu sprechen; die merkwürdigste und interessanteste derselben mag jedoch hier erwähnt werden, zugleich als eine Erläuterung der obigen Bemerkungen. Die Natur und der Mechanismus der Function des Athmens wird anderswo seine Erklärung finden; für unsern vorliegenden Zweck ist es hinreichend, zu bemerken, daß, mittelst einer complicirten Vorrichtung, das Blut durch die Lungen getrieben wird, wo es dem Einflusse des Sauerstoffs in der Atmosphäre ausgesetzt ist. Aus uns unbegreif-

lichen Absichten, wahrscheinlich jedoch, wenigstens zum Theil, mit Rücksicht auf die künftige Schöpfung organisirter Wesen, hat der große Baumeister der Welt es so gefügt, daß dieses Prinzip in einem gasartigen Zustande auf der Oberfläche unseres Erdballs existiren sollte. Als Er Thiere schuf, machte Er sie in ihrer Existenz abhängig vom Sauerstoffe; aber Er erreicht seine Absicht, nicht indem er dieses Prinzip nach seinem Plane sich richten läßt und seine physischen oder sonstigen Eigenschaften verändert, nicht, indem Er es vom Wasser oder sonst einer der unzähligen Verbindungen, die es eingeht, abhält, was Ihm, nach unsern unvollkommenen Begriffen, leichter gewesen wäre; sondern, wie in der Absicht, seine Macht und seinen Zweck zu offenbaren, bindet Er sich strenge an die mechanischen und chemischen Eigenschaften des Sauerstoffes und richtet seine künftigen Werke nach diesen Eigenschaften ein. Deshalb ist die ganze künstliche und schöne Einrichtung der animalischen Respiration augenscheinlich mit Rücksicht auf die Eigenschaften des Sauerstoffes in der Atmosphäre entworfen und ausgeführt; und ist so eines der schlagendsten Beispiele von der Zweckmäßigkeit, welche uns überall in der Natur entgegen tritt.

(2) Das Chlor ist in seinem ursprünglichen Zustande ein Gas, das alle mechanischen Eigenschaften der gewöhnlichen Luft besitzt, aber in dieser Form nie in der Natur vorkommt. Es findet sich jedoch in großer Menge in einem Zustande der Verbindung, aus welchem es durch chemische Prozesse leicht gewonnen werden kann. Am häufigsten erhält man dasselbe aus gemeinem Kochsalz, in welchem es im Verhältniß von ungefähr $^{60}/_{100}$ enthalten ist. Mit dem Sauerstoffe verglichen, ist das Chlor in viel geringerer Menge vorhanden und vielleicht unwichtig; es fragt sich aber, ob die gegenwärtige Ordnung der Dinge ohne dasselbe bestehen könnte. Nehmen wir einmal das gewöhnliche Beispiel des gemeinen Salzes und betrachten die allgemeine Verbreitung dieser Substanz durch die Natur — was wäre das Meer ohne dasselbe, oder wie könnten Thiere ohne dasselbe bestehen? Diese und die zahllosen andern Wirkungen, welche jene schätzbare Mischung mehr oder weniger hervorbringt oder auf die sie Einfluß hat, müssen wir be-

trachten, dann werden wir uns einen Begriff davon machen können, welche Rolle das Chlor im Haushalte der Natur spielt. Bedenken wir andererseits, daß das Chlor, wenn es aus seinem Zustande der Verbindung gerissen wäre und, wie der Sauerstoff, in Gasgestalt existirte, organisirten Wesen verderblich sein würde, so tritt uns hier ein schlagender Beweis für das Vorhandensein eines Zwecks entgegen, indem die Quantität und das verbindende Vermögen jenes Stoffs gerade so eingerichtet ist, daß es im Zustande der Verbindung beharrt und hiedurch alle seine heilsamen Eigenschaften behält, ohne die schädlichen wirksam werden zu lassen.

(3.) Das Brom und (4.) das Jod finden sich vorzüglich im Seewasser und in Seeproducten. Sie scheinen in sehr geringem Verhältnisse und stets nur im Zustande der Verbindung vorhanden zu sein. Das Brom erscheint unter den gewöhnlichen Umständen als eine braunrothe Flüssigkeit mit einem sehr starken und widrigen Geruche. Das Jod ist ein fester krystallisirter Körper, der sich bei geringer Erhöhung der Temperatur in einen schönen, veilchenblauen Dampf verflüchtigt. Das Brom und das Jod sind beide in ihren Eigenschaften dem Chlor ähnlicher, als dem Sauerstoff, wiewohl sie sich wesentlich von beiden unterscheiden; ihr Nutzen im Haushalte der Natur ist gänzlich unbekannt. In neuerer Zeit ist jedoch das Jod durch seine medicinischen Eigenschaften sehr bekannt geworden.

(5.) Das Fluor. Das Vorhandensein dieses Stoffes ist mehr nur vorausgesetzt, als bewiesen. Er findet sich vorzüglich im Flußspath in Verbindung mit Kalk. In diesem Zustande scheint er unschädlich, entbunden wirkt er aber als sehr gefährliches Gift. Eine seiner bemerkenswerthesten Eigenschaften ist, daß er Glas zerfrißt.

Von den säuerbaren Basen. — Wir kommen jetzt an eine ganz andere Klasse von Substanzen, von denen viele, statt des Vermögens, das Verbrennen anderer Substanzen zu unterstützen, sich selbst verbrennen lassen. Von ihrer Eigenschaft, meistens Säuren zu bilden, wenn sie mit den Stoffen der ersten Klasse in Verbindung treten, hat sie Dr. Thomson

säuerbare Basen (acidifiable bases) genannt. Es sind ihrer 17, und die erste und vielleicht wichtigste, die wir zu betrachten haben, ist

(6.) Der Wasserstoff. Dieser Stoff erscheint in seinem ursprünglichen Zustande als ein Gas, das alle mechanischen Eigenschaften der gewöhnlichen Luft besitzt. In diesem Zustande ist er außerordentlich entzündlich, und wenn er mit Sauerstoff gemischt und diese Mischung der Wärme ausgesetzt wird, so verbinden sich die beiden Gase plötzlich und heftig mit einer lauten Explosion. Das Resultat der Verbrennung ist das Wasser. Mit den übrigen Stoffen der ersten Klasse bildet der Wasserstoff mehr oder weniger saure Zusammensetzungen. Er ist der leichteste bekannte Körper, und enthält demnach, bei gleichem Umfang, weniger Materie, als irgend ein anderer. Jedoch kommt er in der Natur nie getrennt, sondern immer nur in Verbindung vor, bei weitem am häufigsten mit Sauerstoff in der Form von Wasser. Der Wasserstoff ist vielleicht beinahe eben so wichtig als der Sauerstoff, wenigstens in Bezug auf organische Wesen, da er, wie der letztere, einer der Grundstoffe ist, aus denen sie gebildet sind. Dabei unterscheidet er sich aber von demselben sehr bemerklich dadurch, daß er nicht in seiner ursprünglichen Gestalt zum Leben der organischen Wesen nöthig ist, vielmehr in jener mit dem Leben der Thiere, wenn nicht sogar der Pflanzen, sich nicht verträgt; und diejenigen Eigenschaften, welche er als Grundstoff hat, sind augenscheinlich denen, die er als Zusammensetzung besitzt, d. h. seinen Eigenschaften als Wasser, aufgeopfert worden. Deßhalb bewundern wir mit Recht die glückliche Anordnung der Quantitäten beider Grundstoffe, welcher zu Folge der Sauerstoff vorherrscht; eine Anordnung, die sich durch keine andere Voraussetzung genügend erklären läßt, als durch die eines Zweckes; denn jede andere Ursache, z. B. der Zufall, hätte eben so gut ein Uebermaß des Wasserstoffes oder irgend ein anderes Verhältniß hervorbringen können, nur aller Wahrscheinlichkeit nach nicht das eben erforderliche. Zuletzt mag noch bemerkt werden, daß diesem gegenseitigen Verhältnisse des

Sauer- und Wasserstoffs auf unserer Erde, mehr als vielleicht irgend einer andern untergeordneten Ursache, die gegenwärtige Ordnung der Dinge ihren Bestand verdankt. Denn die Verhältnisse dieser Grundstoffe sind so glücklich getroffen, und dem zu Folge alle die zahlreichen Wirkungen, welche von ihnen abhängen, so fest bestimmt, daß aus einer innern Ursache keine wesentliche Veränderung an irgend einem Theile vorgehen kann; sondern wenn je eine Veränderung Statt findet, dieselbe von außenher bewerkstelligt werden muß.

(7.) Der Kohlenstoff ist eine in ihrem gewöhnlichen Zustande so bekannte Substanz, daß er keiner besondern Beschreibung bedarf. In seinem krystallisirten und reinen Zustande bildet er den Diamant, den härtesten und glänzendsten Körper in der Natur, zugleich eines der auffallendsten Beispiele von den Wirkungen, welche durch die verschiedenen Aggregationsweisen von Moleculen derselben Materie hervorgebracht werden. Der Kohlenstoff kann vielleicht mehr als irgend ein anderer für ein Grundelement der organischen Wesen angesehen werden. Dieß ist besonders der Fall bei den Pflanzenstoffen, welche ihren eigenthümlichen Character wesentlich dem Kohlenstoffe verdanken, so wie ihre unendliche Mannigfaltigkeit seiner größeren oder geringeren Quantität oder dem modificirenden Einflusse des Wasser- und Sauerstoffs, der beiden andern Stoffe, mit denen er verbunden ist. Gleichen Einfluß übt der Kohlenstoff auf die animalischen Substanzen; seine Wirkungen sind jedoch wesentlich modificirt durch die Gegenwart eines andern Grundelements, das unten näher betrachtet werden soll. Er kommt in seinen verschiedenen Gestalten in beträchtlicher Menge auf der Erdoberfläche vor, bei weitem aber nicht in derjenigen, wie der Sauerstoff und Wasserstoff. Außer jener Verbindung mit andern Stoffen, in welcher er in organischen Substanzen erscheint, findet sich der Kohlenstoff in besondern Gegenden auch beinahe rein in großer Menge, in der wohlbekannten Form der Steinkohle; in weit größerem Verhältnisse aber kommt er in Verbindung mit Sauerstoff in der Form von Kohlensäure vor. Diese Kohlensäure bildet mit dem Kalk die gemeine Kreide

und den Kalkstein, zwei der häufigsten Mineralien in der Natur *). In seinem ursprünglichen Zustande ist der Kohlenstoff eine sehr träge Substanz, welche sehr schwer durch organische Wesen afficirt wird oder diese afficirt; mit Wasser- und Sauerstoff jedoch bildet er sehr wirksame gasartige Zusammensetzungen, welche Thiere, die darin athmen, sogleich ersticken. Diese Wirkungen werden aber durch ein schönes Mittel verhindert, von welchem wir weiter unten reden werden. Für jetzt mag nur bemerkt werden, daß, obgleich die Zusammensetzung von Kohlen- und Sauerstoff (die Kohlensäure) durch unzählige Prozesse beständig in ungeheurer Menge erzeugt wird, dieselbe sich doch durch ausgleichende Mittel eben so schnell wieder verzehrt; so daß die Atmosphäre, welche ohne diese Vorsorge wahrscheinlich ganz mit Kohlensäure angefüllt und für das animalische Leben tödtlich wäre, nur schwache Spuren von derselben enthält.

(8.) Der Stickstoff (azote), auch Salpeterstoff genannt, ist einer der sehr wenigen Grundstoffe, welche in der Natur in unverbundenem Zustande vorkommen. Er bildet ungefähr $^4/_5$ oder $^{80}/_{100}$ der gewöhnlichen Luft, indem das Uebrige hauptsächlich aus Sauerstoff besteht. Seinem größten Theile nach ist er auf die Atmosphäre oder auf animalische Substanzen beschränkt, von denen er ein constituirendes Element bildet: mit Mineralien verbindet er sich nur wenig. Im reinen Zustande ist der Stickstoff durch seine negativen Eigenschaften bemerkenswerth, d. h. durch die Schwierigkeit, mit welcher er Verbindungen eingeht. Er ist weder verbrennlich, noch unterhält er das Verbrennen, ist weder sauer, noch al-

*) Um einen Begriff von dem Verhältnisse zu geben, in welchem sich der Kohlenstoff in verschiedenen gewöhnlichen Substanzen findet, mag bemerkt werden, daß ein Pfund Kohle in etwas mehr als zwei Pfunden Zucker oder Kernmehl, und in acht Pfunden Kartoffeln oder Kalkstein enthalten ist; so daß ein Berg von Kalkstein den wesentlichen Grundstoff von einer wenigstens eben so großen Masse von Kartoffeln und von einem Walde enthält, der viele solcher Berge vollkommen bedecken würde.

kalinisch, besitzt weder Geschmack, noch Geruch, noch verbindet er sich unmittelbar mit irgend einer andern bekannten Substanz. Wenn er jedoch durch ein besonderes Verfahren mit Sauer-, Wasser- oder Kohlenstoff in Verbindung gebracht wird, so bildet er einige der wirksamsten Zusammensetzungen, die wir kennen. Mit Sauerstoff gemischt bildet er, wie schon bemerkt, die atmosphärische Luft; mit Sauerstoff verbunden das Scheidewasser, die ätzendste aller Flüssigkeiten; mit Wasserstoff verbunden das flüchtige Laugensalz (alcali volatile) oder das Ammoniak, gleichfalls eine wirksame Zusammensetzung, jedoch von entgegengesetzter Natur; mit Kohlen- und Wasserstoff verbunden die Berliner Blausäure, das tödtlichste Gift, welches existirt. Der Stickstoff kann als das characteristische Element der animalischen Substanzen und als die Ursache ihrer eigenthümlichen Beschaffenheit betrachtet werden; in dieser Hinsicht ist er demnach ein sehr wichtiger Stoff. Ueberdieß sind die oben erwähnten negativen Eigenschaften desselben augenscheinlich ursprünglicher Art und scheinen mit Rücksicht auf künftige Schöpfungen gebildet zu sein, welche ihnen sorgfältig und strenge angepaßt sind. Wären z. B. die Eigenschaften des Stickstoffs keine negativen, so könnten auch die seiner wichtigsten Zusammensetzung, der atmosphärischen Luft, keine solchen sein, sondern diese wäre sauer oder alkalinisch, oder hätte Farbe oder Geruch; lauter Umstände, von denen jeder mit der gegenwärtigen Ordnung der Dinge unverträglich wäre.

(9.) Das Boron und (10.) das Silicium, die zwei nächsten Substanzen, die von uns zu betrachten sind, haben ihren Namen vom Borax und silex (Kiesel), den Naturproducten, mit welchen sie verbunden vorkommen. Der Borax ist ein salziges Product, das hauptsächlich in gewissen Seen in Thibet und China gefunden wird. Das Boron, seine Grundlage und aus demselben zu gewinnen, ist ein geruch- und geschmackloses dunkelbraunes Pulver, das bei einer Temperatur unter der Rothglühhitze sich entzündet. Die so mit Sauerstoff gebildete Verbindung ist die Boraxsäure. Das Silicium ist die Grundlage des Kiesels oder gemeinen Feuer-

steins, eines der häufigsten Mineralien in der Natur. Es ist ein braunes Pulver, das äußerlich dem Boron sehr ähnlich und unter gewissen Umständen ebenfalls entzündlich ist. Durch Verbrennung verbindet es sich mit Sauerstoff und wird in Kiesel verwandelt. Das Boron und das Silicium kommen in der Natur nicht an und für sich vor, sondern werden durch umständliche chemische Prozesse und nur in kleinen Quantitäten erhalten. Sie scheinen in ihren Eigenschaften dem Kohlenstoffe, unter allen einfachen Körpern, am nächsten verwandt zu sein. Der Borax kommt nur in sehr geringer Quantität vor, und sein Nutzen im Haushalte der Natur ist nicht bekannt. Dagegen ist der Kiesel ein sehr wichtiges Product, und seine Härte, Unauflösbarkeit und andere Eigenschaften der Art machen ihn auf eine bewunderungswürdige Weise zu dem Zwecke geeignet, den er in der Natur erfüllen soll, nämlich gleichsam die Grundlage unseres Erdkörpers zu bilden. Er könnte also nicht weggenommen werden, ohne daß das Ganze zerstört würde. Der Kiesel findet sich in kleinen Quantitäten auch in Pflanzen und Thieren, doch ist er nicht, wie der Wasser-, Sauer-, Kohlen- und Stickstoff ein constituirendes Element der organischen Wesen.

(11.) Der Phosphor ist unter den gewöhnlichen Umständen eine blaß-ambrafarbige Substanz, die dem Wachse ähnlich sieht, jedoch so außerordentlich verbrennlich, daß sie in freier Luft nicht erwärmt, viel weniger geschmolzen werden kann, ohne sogleich Feuer zu fangen: das Product der Verbrennung ist Phosphorsäure. Unter diesen Umständen kommt der Phosphor, wie sich leicht denken läßt, in der Natur nicht rein vor, sondern wird erst durch einen umständlichen Prozeß aus verschiedenen Stoffen, mit denen er verbunden ist, gewonnen, z. B. aus Knochenerde, der erdigen Grundlage der Thierknochen, und aus andern salzigen Zusammensetzungen. Er findet auch im Mineralreiche in gewissen Gegenden in beträchtlichen Quantitäten, ob er gleich im Ganzen nicht sehr häufig ist. Er ist ein anderes schönes Beispiel von Stoffen, bei welchen der Zweck des Schöpfers mehr auf die Eigen-

schaften der Zusammensetzung, als auf den Grundstoff selbst gerichtet war. Der phosphorsaure Kalk oder die Knochenerde ist augenscheinlich der passendste Stoff für das Knochengerüste des Thiers, und demgemäß scheinen die Eigenschaften des Grundstoffes denen dieser Zusammensetzung geopfert worden zu sein. Weder Kalk in Masse selbst, noch irgend eine seiner mineralischen Zusammensetzungen hätte wohl ein constituirendes Element eines lebenden organischen Wesens abgeben können. Deßhalb bedurfte es eines verbindenden Mediums oder Mittelgliedes, das die Organisation mit dem mineralischen Grundstoffe verbände, und diese Absicht erfüllt der Phosphor auf eine bewundernswürdige Weise. Demgemäß sehen wir, daß die Organisation durch diesen vermittelnden Stoff mit dem Kalk in den Thierknochen in Verbindung tritt, und dieß eben so leicht, wie in andern Theilen ihres Systems: während dagegen, wenn der Phosphor fehlt, (wie in den Muscheln und andern Ablagerungen von kohlensaurem Kalk), der kohlensaure Kalk weder Gefäße führen kann, noch überhaupt ein Theil des Organismus zu sein scheint. Außer diesen, giebt es noch andere wichtige Verrichtungen, welche diesem Stoffe in der animalischen Natur zukommen, und von denen wir unten Gelegenheit haben werden, einige zu erwähnen.

(12.) Der Schwefel. Diese wohl bekannte Substanz ist eine der sehr wenigen, welche in der Natur rein vorkommen. Der Schwefel ist ein sehr häufiger und, wie es scheint, im Haushalte der Natur sehr wichtiger Stoff, da er nicht allein im Mineralreiche in großer Menge vorhanden ist, sondern auch in größerem oder geringerem Verhältnisse in fast allen animalischen und in vielen vegetabilischen Körpern vorkommt. Sein Nutzen ist jedoch bis jetzt noch sehr unvollkommen ausgemittelt. Wenn der Schwefel sich mit Wasserstoff verbindet, so bildet er eine sehr gefährliche Mischung. Seine Verbindungen mit Sauerstoff geben im Allgemeinen eine Säure, welche in ihrer concentrirten Gestalt sehr wirksam, jedoch nicht giftig ist.

(13.) Das Selenium, die nächste Substanz, findet sich in sehr geringen Quantitäten, hauptsächlich aber in Verbindung

mit Schwefel, dem es in seinen Eigenschaften etwas ähnlich ist, oder es scheint vielmehr das verbindende Glied zwischen dem Schwefel und den Metallen zu bilden. Der Nutzen des Seleniums im Haushalte der Natur ist unbekannt; wir werden jedoch später Gelegenheit haben, von seiner Zusammensetzung mit Wasserstoff zu reden, welche noch zerstörender ist, als die Zusammensetzung des Schwefels mit diesem Stoff.

(14.) Der Arsenik ist im reinen Zustande ein Metalloid oder eine unvollkommene metallische Substanz, welche äußerlich viel Aehnlichkeit mit polirtem Stahle hat. In seiner bekanntesten Form als weißer Arsenik ist er mit Sauerstoff verbunden und bildet eines der tödtlichsten Gifte. Er kommt in gewissen Mineralien in beträchtlicher Menge vor, scheint jedoch in jeder Form mit dem organischen Leben unverträglich zu sein.

(15.) Das Spießglas (antimonium) kommt gewöhnlich in Verbindung mit Schwefel vor; die Zusammensetzung mit diesem wurde lange Zeit für das Metall selbst gehalten. Im reinen Zustande hat es eine bläulich-grüne Farbe, und besitzt ziemlich viel metallischen Glanz, kommt jedoch selten in der Natur vor. Die Zusammensetzungen des Spießglases sind wirksame medicinische Agenzien, und einige derselben werden als solche häufig gebraucht.

(16.) Das Tellurium, (17.) Chromium, (18.) Uranium, (19.) Vanadium, (20.) Molybdän, (21.) der Tungstein, (22.) das Titanium und (23.) Colombium, die acht nächsten Substanzen, sind Metalle und werden meistens durch umständliche Prozesse aus seltenen mineralischen Producten gewonnen. Die wichtigste, und vielleicht auch häufigste dieser Substanzen ist das Chromium, dessen Zusammensetzungen, wegen des Glanzes ihrer Farben, in neuerer Zeit viel für die Künste benützt worden sind. Wie das Selenium, Arsenik und Spießglas, verbinden sich alle diese Metalle mit Sauerstoff und bilden Zusammensetzungen, welche manches von dem Character der Säuren an sich tragen. Der Nutzen dieser Substanzen im Haushalte der Natur ist bis jetzt gänzlich unbekannt.

Von den alkalisirenden Basen. — Die nächsten

31 Körper hat Dr. Thomson alkalisirende Basen (alkalifiable bases) genannt, wegen ihrer Eigenschaft, Zusammensetzungen zu bilden, welche mehr oder weniger den Character der Alkalien, der ersten Unterabtheilung, oder Familie, dieser dritten Klasse der Grundstoffe haben. Der genannte Gelehrte hat die alkalisirenden Basen in fünf Familien eingetheilt, deren Benennungen ihren Character hinreichend anzeigen — nämlich in: alkalische Basen; erdige Basen; schwer-schmelzbare Basen; leicht-schmelzbare Basen; edle Metalle.

Von den alkalischen Basen. — (24.) Das Potassium und (25.) das Sodium sind die metallischen Grundlagen der zwei wohlbekannten alkalischen Substanzen Pottasche und Soda, welche Zusammensetzungen dieser Metalle mit Sauerstoff sind. Wegen der nahen Verwandtschaft der metallischen Basen mit dem Sauerstoffe kommen sie jedoch nirgends auf der Oberfläche unserer Erde im reinen Zustande vor. Dasselbe gilt auch von der Pottasche und der Soda, deren starke alkalische Eigenschaften sie verhindern, für sich zu existiren. In dieser Hinsicht sind die Zusammensetzungen, welche diese Metalle mit dem Sauerstoffe bilden, auffallend verschieden von denjenigen, welche sie mit dem analogen Stoffe, dem Chlor, eingehen. Die Zusammensetzungen des Potassium und Sodium mit Chlor (von denen die letztere das gemeine Salz giebt) sind bemerkenswerth durch ihren permanenten Character und ihr im Allgemeinen geringes Streben, sich weiter mit andern Körpern zu verbinden. Außer ihrer merkwürdigen Neigung zum Sauerstoffe, haben das Potassium und Sodium noch einige andere seltene Eigenschaften. Das erstere z. B. ist so leicht, daß, wenn es sich mit Wasser vertrüge, es auf demselben schwimmen würde; ein Umstand, der bei einem Metalle höchst auffallend ist. Pottasche und Soda sind in allen ihren Formen sehr wichtige Stoffe und augenscheinlich nothwendig zum Bestande der gegenwärtigen Ordnung der Dinge, und zwar zur Existenz sowohl der mineralischen, als der organischen Wesen; besonders von den letzteren giebt es

wenige, welche nicht mehr oder weniger von diesen Stoffen enthielten, vornehmlich von der Soda. Die Pottasche findet sich besonders in Pflanzen, kommt aber auch im thierischen Körper vor, während das allgemeine Vorhandensein der Soda im thierischen Körper, in der Form des gemeinen Salzes, bereits erwähnt wurde und allgemein bekannt ist. Diese Alkalien bieten uns ein schönes Beispiel von Anpassung an die Zwecke dar, welche sie in der Natur zu erfüllen bestimmt scheinen. Wären sie feste Körper oder bildeten sie feste Zusammensetzungen, wie einige der vorhergehenden Stoffe, so waren sie gänzlich unfähig zur Erfüllung ihrer besonderen Bestimmung, ein constituirendes Element der Flüssigkeiten organischer Wesen abzugeben.

(26.) Das Lithium ist die metallische Grundlage der alkalischen Substanz Lithia. Diese kürzlich entdeckte Substanz hält in ihren Eigenschaften die Mitte zwischen den Alkalien und den Erden, die wir zunächst zu betrachten haben. Man hat sie bis jetzt in einigen seltenen Mineralien und nur in geringer Quantität gefunden.

(27.) Das Calcium, die metallische Grundlage des Kalks, kann nur durch einen sehr weitläufigen und schwierigen Prozeß gewonnen werden, und kommt also in der Natur nicht rein vor. Es ist ein weißes silberähnliches Metall, und läßt sich durch Verbindung mit Sauerstoff leicht in Kalk verwandeln. Dieser wohlbekannte Stoff kommt in der größten Menge in der Natur vor, nicht als lebendiger Kalk, sondern in Verbindung mit Kohlen- und Sauerstoff in der Form von gemeinem Kalkstein, Marmor u. s. w. Die große Wichtigkeit des Kalks im Haushalte der Natur ist zu bekannt, als daß sie besonders bemerkt zu werden brauchte, und wir erinnern hier nur an die Thatsache, daß diese Erde eines der sehr wenigen mineralischen Producte ist, welche sich eignen, einen Theil lebender organischer Wesen auszumachen, wenigstens in einer gewissen Quantität Sie bildet, wie früher bemerkt wurde, mit Phosphor und Sauerstoff die Grundlage der Thierknochen, und mit Kohlen- und Sauerstoff, die ganze grenzenlose Mannigfaltigkeit von Muscheln und ähnlichen Naturproducten. So liefern die Eigenschaften des

Kalks ein weiteres schlagendes Beispiel von Anpassung an einen besondern Zweck. Die Mischungen von Pottasche und Soda sind alle im Wasser sehr leicht auflöslich und deßhalb vorzüglich zu animalischen Flüssigkeiten geeignet, in welchen sie durchaus nothwendig sind. Zur Existenz der vollkommeneren Thiere war jedoch ein Gerüste oder Skelett nothwendig, und da dieses nicht aus der auflöslichen Pottasche oder Soda gebildet werden konnte, so bedurfte es einer andern mineralischen Substanz, welche die erforderlichen Eigenschaften besaß. Nun ist der Kalk, von dessen Zusammensetzungen einige fest, andere flüssig sind, für diesen Zweck ganz besonders geeignet, und deßhalb wurde er gewählt. Er wird zu dem Flecke, wo er erforderlich ist, in einem Zustande der Auflösung gebracht und hier in einen festen Körper verwandelt; während durch die gleiche Wirksamkeit, wenn es nöthig ist, dieser feste Körper wieder in einen flüssigen umgewandelt und hinausgeschafft wird.

(28.) Das Magnesium ist die metallische Grundlage der wohlbekannten Magnesia- oder Bittererde. Es soll in seinen Eigenschaften dem Calcium ähnlich sein, auch kommt es, wie dieser Stoff, in der Natur nicht rein vor, wenigstens nicht auf der Oberfläche unserer Erde. Obgleich die Magnesia sich sehr häufig in der Natur findet, auch sehr oft in der Zusammensetzung der Felsen angetroffen wird, so bildet sie doch nie, wie der Kalk, Massen von großer Ausdehnung in dieser einfachen Verbindung, d. h. es giebt keine Berge von Magnesia, wie es deren von Kreide und Kalkstein giebt. Die Magnesia scheint noch entschiedener, als die drei vorhergehenden mineralischen Substanzen, zur Existenz der organischen Wesen nothwendig zu sein, da es kein einziges zu geben scheint, in welchem man nicht Spuren dieser Erde antrifft, und zwar ist sie meistens mit Phosphor verbunden. Ihr Nutzen ist jedoch weniger einleuchtend, als der der drei andern Substanzen, und man darf fast sagen, unbekannt, obgleich man mit Grund annehmen kann, daß sie mit den Lebensverrichtungen der organischen Wesen sehr enge zusammenhängt.

(29.) Das Strontium, und (30.) das Barium, die

metallischen Grundlagen der zwei alkalischen Erden, Strontian und Baryt, sind in einigen ihrer Eigenschaften mit dem Calcium und Magnesium verwandt; in andern unterscheiden sie sich jedoch sehr bedeutend von denselben. Ihre Verbindungen mit Sauerstoff zeigen noch entschiedenere alkalische Kräfte, als die des Calciums oder Magnesiums; deßhalb kommen sie auch, wie diese, nur in verschiedenen Zuständen der Verbindung vor, am gewöhnlichsten in der mit Kohlenstoff und Sauerstoff, oder mit Schwefel und Sauerstoff. Mit dem Kalk und der Magnesia verglichen, kommt die Strontian- und die Baryt-Erde nur sparsam vor, und keiner von beiden Stoffen hat irgend etwas mit der organischen Welt zu schaffen. Einige der Verbindungen des Bariums sind tödtliche Gifte.

Von den erdigen Basen. (31.) Das Aluminium ist die metallische Grundlage der Alaunerde, des characteristischen Bestandtheils des unter dem Namen Alaun wohlbekannten Salzes. Die metallische Grundlage kommt ebenfalls nirgends rein vor. Die Alaunerde, die Zusammensetzung des Aluminiums mit Sauerstoff, ist eines der häufigsten Naturprodukte und macht einen Bestandtheil der allermeisten Felsen und Erden auf der Oberfläche unseres Weltkörpers aus. Auch die verschiedenen Arten von Thon, aus denen Backsteine, Töpfergeschirr u. s. w. verfertigt werden, bestehen hauptsächlich aus dieser Erde, in verschiedenen Zuständen der Reinheit, so daß sie eine sehr nützliche und wichtige Substanz bildet. Die Alaunerde scheint nichts mit der organischen Welt zu thun zu haben, wenigstens weiß man nicht, daß sie einen nothwendigen Grundbestandtheil irgend eines organischen Wesens, weder einer Pflanze, noch eines Thieres, ausmacht; sie steht aber in beständigem Zusammenhange mit den organischen Wesen und scheint auf indirekte Weise zu ihrer Existenz fast nothwendig zu sein. Diese Erscheinung ist sehr bemerkenswerth; denn da die Erde nicht giftig scheint, so wurde sie schwerlich ohne besondere, wenn auch uns bekannte, Gründe so gänzlich von den lebenden Körpern ausgeschlossen.

(32.) Das Glucinium, (33.) Yttrium, (34.) Zirconium und (35.) Thorinium, die vier nächsten Grundstoffe,

sind die metallischen Grundlagen von Substanzen, welche man gewöhnlich als erdige Körper betrachtet und Glucinerde, Yttererde, Zirconerde und Thorinerde nennt. Sie scheinen alle nur sehr sparsam in der Natur vorhanden zu sein und kommen blos in Verbindung mit einigen seltenen Metallen vor. Die Glucinerde hat man bis jetzt nur in dem Smaragd, Beryll und Euklas, Yttererde und Thorinerde in einigen seltenen schwedischen und norwegischen Mineralien, und Zirconerde in dem Afterdiamant oder Zircon auf der Insel Ceylon und im Hyacinth gefunden.

(36.) Das Cerium ist ein sehr wenig bekanntes Metall und bis jetzt, jedoch nur in geringen Quantitäten, aus einigen seltenen Mineralien, die sich in Schweden und Grönland finden, gewonnen worden.

Von den schwer schmelzbaren Basen. — (37.) Das Eisen, einer der wichtigsten Stoffe in der Natur, ist auch einer der häufigsten. Es findet sich zuweilen im metallischen Zustande; meistens ist es jedoch auf verschiedene Weise vererzt und kann nur durch einen umständlichen Prozeß rein dargestellt werden. Es kommt in kleinen Quantitäten fast in allen vegetabilischen und animalischen Stoffen, besonders im Blute, vor, obgleich diese Verbindungsart, so wie der bestimmte Nutzen derselben, uns gänzlich unbekannt sind. Das Eisen kann mit Recht als das nützlichste aller Metalle betrachtet werden und als dasjenige, welches vielleicht am meisten zur Civilisation der Menschen beigetragen hat. Um uns eine Vorstellung von seinem Nutzen zu machen, dürfen wir nur daran denken, was die Folge sein würde, wenn es plötzlich aus der Natur weggenommen würde. Was ließe sich an seine Stelle setzen in all den unzähligen Fällen, wo es den Bedürfnissen oder der Bequemlichkeit der Menschen dient, besonders durch die Menge von Werkzeugen, zu welchen es das Material liefert? Kurz, wenn wir alles zusammenfassen; seine Menge, die Art, wie es vererzt ist, und die Gelegenheit, die es so dem menschlichen Scharfsinn giebt, es aus seinem Erze frei zu machen; seinen heilsamen Einfluß auf die Gesundheit (während viele unter den Metallen giftig

sind); besonders seine ausserordentliche Sprödigkeit, seine Derbheit, seine Eigenschaft, sich schweißen zu lassen, in Stahl verwandelt zu werden und in dieser Gestalt jeden beliebigen Grad von Härte anzunehmen; seine magnetischen Eigenschaften u. s. w. — wenn wir alle diese Umstände betrachten, so müssen wir nothwendig diesen mannigfaltigen Nutzen mit Dank anerkennen nnd das Eisen nicht nur als den Stoff betrachten, welcher eigens zum Nutzen des Menschen bestimmt wurde, sondern auch als das Werkzeug, durch das er die Welt erobern und beherrschen und seiner augenscheinlichen Bestimmung gemäß sich zum Herrn der Schöpfung machen sollte.

(38.) Das Mangan hat in einigen seiner Eigenschaften Aehnlichkeit mit dem Eisen. Es wird durch einen umständlichen Prozeß aus seinen Erzen gewonnen, ist jedoch in dieser Gestalt wenig bekannt und benützt. Es findet sich in kleinen Quantitäten in gewissen Mineralwassern und einigen wenigen animalischen Producten. Die Verbindungen dieses Metalls mit Sauerstoff werden in der Kunst benützt, auch zieht der Chemiker den Sauerstoff, den er zu seinen Versuchen braucht, häufig aus Manganerz. Obgleich weit verbreitet, ist das Mangan doch kein sehr häufiges Metall, wenigstens in Vergleichung mit dem Eisen; auch ist sein Nutzen im Haushalte der Natur augenscheinlich von weit geringerer Wichtigkeit.

(39.) Der Nickel und (40.) der Kobalt sind zwei Metalle, die in einigen ihrer Eigenschaften Aehnlichkeit mit einander haben; auch trifft man ihre Erze in der Natur häufig verbunden an. Bemerkenswerth ist es, daß man beide, meistens mit Eisen verbunden, in denjenigen Körpern findet, welche hie und da aus der Luft herabfallen und die man Meteorsteine nennt. Auch haben beide Metalle, wie das Eisen, die Eigenschaft, magnetisch zu werden. Der Kobalt wird auf dem Gebiete der Kunst benützt und ist die Grundlage der blauen Farbe auf unsern Töpferwaaren. Weder dieses Metall, noch der Nickel, lassen sich in Bezug auf ihre Nützlichkeit mit dem Eisen vergleichen; auch sind sie nicht sehr häufig.

Von den leicht schmelzbaren Basen. (41.) Das

Zink und (42.) das Kadmium. Diese zwei Metalle sind in der Natur meistens verbunden und haben auch in ihren Eigenschaften einige Aehnlichkeit mit einander. Das Kadmium ist jedoch bei weitem nicht so häufig als das Zink, und ist erst neuerdings entdeckt worden. Das leztere ist ein leicht schmelzbares Metall von bläulich weißer Farbe und blätterig brüchiger Textur, doch kann es unter besonderen Umständen auch hämmerbar gemacht werden. Es ist ein Bestandtheil des unter dem Namen Messing wohlbekannten Metalls, und in dieser Gestalt wird es häufig gebraucht und ist von nicht geringer Wichtigkeit.

(43.) Das Blei. Dieses wohlbekannte Metall kommt in seinem metallischen Zustande nicht vor, seine Erze sind jedoch sehr häufig, und das meiste Blei, das in den Handel kommt, wird aus dem Bleiglanz, einer mineralischen Zusammensetzung von Blei und Schwefel, gewonnen. Die allgemeinen Eigenschaften des Blei's und seiner Zusammensetzungen machen es zu einem sehr wichtigen Metalle; doch sind seine giftigen Eigenschaften seinem Nutzen sehr hinderlich. Warum das Blei und andere mineralische Stoffe giftig geschaffen worden sind, das ist eine Frage, welche wir nicht zu beantworten vermögen, und alles, was wir bis jetzt über diesen und ähnliche Puncte sagen können, ist, daß die Benützung des Blei's oder anderer Gifte nicht unumgänglich nothwendig ist, und daß, wer sie gebrauchen will, ihre verderblichen Eigenschaften vermeiden kann.

(44.) Das Zinn. Dieses nützliche Metall ist von den frühesten Zeiten an von den Menschen benüzt worden, obgleich es in seinem metallischen Zustande nirgends in der Natur, vielmehr gewöhnlich in Verbindung mit Sauerstoff vorkommt. Es ist kein sehr häufiges Metall und anscheinend nur auf wenige Gegenden der Erde beschränkt; eine der bekanntesten ist Cornwall in England. Es wird häufig auf dem Gebiete der Kunst benüzt und ist hier von bedeutender Wichtigkeit.

(45.) Der Wismuth kommt in der Natur sowohl im metallischen Zustande, als in verschiedenen Verbindungen vor. Er hat eine röthlich weiße Farbe, eine blätterig brüchiche Textur

und ist leicht schmelzbar. Er ist kein sehr häufiges Metall, auch wird er nicht viel gebraucht.

(46.) Das Kupfer kommt in der Natur im metallischen Zustande vor, viel häufiger jedoch vererzt, besonders mit Schwefel. Die schätzbaren Eigenschaften des Kupfers, sowohl im reinen, als im gemischten Zustande, machen es zu einem sehr wichtigen Metalle, und es wird deßhalb viel in den Künsten angewandt. Mit Zink bildet es den Messing, mit Zinn die Glockenspeise, beides wohlbekannte Zusammensetzungen. Nach neueren Entdeckungen findet sich das Kupfer auch in sehr kleinen Quantitäten in organischen Körpern, ob jedoch als zufälliger oder wesentlicher Bestandtheil, ist nicht bekannt. Die Zusammensetzungen des Kupfers sind giftig; diese giftigen Eigenschaften lassen sich jedoch, wie beim Blei, leicht unschädlich machen und vermeiden.

(47.) Das Quecksilber. Dieses wohlbekannte flüssige Metall kommt im metallischen Zustande vor, häufiger jedoch vererzt, besonders mit Schwefel. Seine Wichtigkeit für die Künste und als medicinisches Agens ist allgemein bekannt. Die Flüssigkeit des Quecksilbers bietet ein schönes Beispiel von der unendlichen Mannigfaltigkeit der Natur dar und erhöht seine Wichtigkeit und Nützlichkeit sehr. Es ist in beträchtlicher Menge vorhanden, in weit geringerer jedoch, als manche der vorhergenannten Grundstoffe.

Von den edeln Metallen. — (48.) Das Silber und (49.) das Gold, sowie die Benützung derselben, sind zu bekannt, als daß die leztere einer besondern Auseinandersetzung bedürfte. Sie kommen beide im metallischen Zustande vor, das Silber jedoch auch vererzt. Sie scheinen eine so unwichtige Rolle im Haushalte der Natur zu spielen, daß, wenn man sie wegnähme, die Welt wahrscheinlich auch ohne sie ihren Gang wie vorher fortgehen würde. Wie verschieden sind sie in dieser Hinsicht vom Eisen! und ebendeßhalb von wie viel geringerem wirklichem Werthe! Abgesehen von ihrer Schönheit, ist die einzige wirklich werthvolle Eigenschaft des Silbers und Goldes der starke Widerstand, den sie der Hitze und andern äussern Einflüssen entgegensetzen, eine Eigenschaft, welche, wenn sie in größerem Maaße

vorhanden wären, diese Metalle zu vielen nützlichen Zwecken geschickt machen würde.

(50.) Das Platina, (51.) Palladium, (52.) Rhodium, (53.) Iridium und (54.) Osmium sind metallische Substanzen, welche hauptsächlich in gewissen Gegenden Süd-Amerika's in kleinen Quantitäten verbunden vorkommen. In neuerer Zeit hat man sie auch in der alten Welt entdeckt. Das Platina, die häufigste und wichtigste dieser Substanzen, ist der schwerste Körper in der Natur. Die meisten der gewöhnlichen Agenzien wirken nur mit Mühe auf dasselbe ein, es kann jedoch bei strenger Hitze zusammengeschweißt werden, — Eigenschaften, welche es für viele Zwecke ausserordentlich schätzbar machen und es nur bedauern lassen, daß es nicht in größerer Menge vorhanden ist. Das Palladium hat in seinen Eigenschaften einige Aehnlichkeit mit dem Platina, kommt jedoch in geringerer Quantität vor. Die letzten drei Metalle finden sich nur in äusserst geringen Quantitäten, auch sind ihre Eigenschaften ziemlich unbekannt. —

Dieß wäre eine Uebersicht der verschiedenen Grundstoffe, welche sich auf der Oberfläche unserer Erde finden, so wie der Haupteigenschaften derselben. Das Nächste, was wir jetzt zu betrachten haben, sind die Zusammensetzungen, welche diese Stoffe mit einander bilden.

Zweiter Abschnitt.

Allgemeine Bemerkungen über die chemischen Zusammensetzungen.

Die Zahl der chemischen Zusammensetzungen ist so groß, daß es hier durchaus nicht am Orte wäre, sie alle aufzuzählen; wir begnügen uns daher, in möglichster Kürze die allgemeinen Grundsätze anzugeben, nach welchen sich dieselben bilden.

Wir haben bereits, als von den einfachen Körpern die Rede war, einige der bemerkenswertheren Zusammensetzungen

beschrieben und werden später Gelegenheit haben, noch einige andere aufzuführen. Dabei zeigten wir, daß bei weitem die größere Anzahl der einfachen Körper im metallischen Zustand vorkomme; und wegen ihrer Neigung, sich zu verbinden, besonders mit Sauerstoff, auf der Oberfläche der Erde gar nicht vorkommen könne. Auch scheint aus der Intensität der Eigenschaften der einfachen Körper und ihrer allgemeinen Unverträglichkeit mit der gegenwärtigen Ordnung der Dinge hervorzugehen, daß der Urheber der Natur mehr ihre Zusammensetzungen, als sie selbst im Auge hatte. Deßhalb sind wir vielleicht unmittelbarer bei dem Character der Zusammensetzungen, als bei dem der Grundstoffe selbst interessirt. Folgende Bemerkungen werden auch den weiteren Kreis der Leser in den Stand setzen, sich einen Begriff von der Natur und dem Wesen dieser Zusammensetzungen zu machen.

Die Zusammensetzungen, welche Körper mit andern Körpern bilden, sind entweder primäre oder secundäre. Unter primären versteht man in der Regel solche, welche durch die Verbindung zweier oder mehrerer einfacher Körper mit einander gebildet werden; unter secundären aber solche, welche durch die Verbindung der primären Zusammensetzungen mit einander entstehen.

Die primären Zusammensetzungen zerfallen von selbst in drei große Klassen, nämlich: in Säuren, in Alkalien oder Basen, und in neutrale Zusammensetzungen. Ueber jede dieser Klassen erlaube man uns einige Bemerkungen.

Von den Säuren. Um einen Körper unter die Klasse der Säuren zählen zu können, wurde es früher als Erforderniß betrachtet, daß er einen sauern Geschmack habe, im Wasser auflösbar sei und die Eigenschaft besitze, blaue Pflanzenfarben in Roth umzuändern; und diese Eigenschaften haben auch wirklich einige der gewöhnlichsten und wirksamsten Säuren. Es giebt jedoch verschiedene Säuren, welche keinen Geschmack haben, welche nicht im Wasser auflösbar, und einige, welche auch unfähig sind, die zarteste blaue Pflanzenfarbe zu verändern.

Deshalb versteht man jetzt unter Säure eine Substanz, welche die Eigenschaft hat, sich mit Alkalien oder Basen zu verbinden und dieselben zu neutralisiren. Der berühmte Lavoisier hat bewiesen, daß der Sauerstoff einen wesentlichen Bestandtheil aller Säuren ausmacht; neuere Beobachtungen haben jedoch gezeigt, daß nicht der Sauerstoff allein, sondern auch die analogen Stoffe, Chlor, Brom, Jod und Fluor, durch Verbindung mit mehreren unter den säuerbaren Basen Säuren zu bilden vermögen. In neuester Zeit hat man sogar gewisse Zusammensetzungen von Cyanogen oder Blaustoff (einer primären Zusammensetzung von Kohlenstoff und Stickstoff), Schwefel, Selenium und Tellurium mit den säuerbaren Basen, unter die Säuren gerechnet, so daß sich die bis jetzt bekannten Säuren in neun Klassen theilen lassen, nämlich: Sauerstoffsäuren; Chlorsäuren; Bromsäuren; Jodsäuren; Fluorsäuren; Cyanogensäuren; Schwefelsäuren; Selensäuren und Tellursäuren.

Die Sauerstoffsäuren sind im Allgemeinen zahlreicher und besser bekannt, als die andern Klassen. Man kann sie wieder in die zwei Unterarten theilen: Säuren mit einfacher, und Säuren mit zusammengesetzter Basis. Deren mit einfacher Basis giebt es ungefähr dreißig bis vierzig, worunter die bekanntesten und wichtigsten der bei chemischen Prozessen und in den Künsten angewandten, z. B. Kohlensäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Salpetersäure u. s. w. sich befinden. Die Sauerstoffsäuren mit zusammengesetzter Basis werden hauptsächlich aus Pflanzen oder Thieren gewonnen und sind noch zahlreicher als die der ersteren Art, da man bis jetzt deren über sechzig kennt, z. B. die Weinsteinsäure, die Citronensäure, die Apfelsäure, die Blasensteinsäure u. s. w.

Die Chlorsäuren sind vielleicht eben so zahlreich, als die Sauerstoffsäuren mit einfacher Basis, aber bei weitem nicht so genau untersucht und ebendeshalb auch viel weniger bekannt. Eine der bekanntesten dieser Klasse ist die Salzsäure oder Chlor-Wasserstoffsäure, welche aus Chlor,

mit Wasserstoff verbunden, besteht. Es mag hier als ein bemerkenswerther Umstand erwähnt werden, daß nicht allein das Chlor, sondern auch alle andern verwandten Stoffe, wenn sie sich mit Wasserstoff verbinden, starke Säuren bilden; während die Zusammensetzung des Sauerstoffs mit Wasserstoff — eine durchaus ungleichartige Substanz, nämlich Wasser, gibt. So wundervoll und unerklärlich ist die Beschaffenheit der chemischen Verbindungen!

Die Säuren, welche Brom, Jod und Fluor enthalten, sind noch weniger genau bekannt, als die Chlorsäuren. Wie oben bemerkt wurde, besitzen die, durch diese verschiedenen Stoffe mit Wasserstoff gebildeten Säuren, nämlich die Brom-Wasserstoffsäuren, die Jod-Wasserstoffsäuren und die Fluor-Wasserstoffsäuren die auffallendsten Eigenschaften und sind am besten bekannt.

Die Cyanogensäuren (Blaustoffsäuren) sind zahlreich und wichtig, da die meisten derselben giftig sind. So ist z. B. die Zusammensetzung von Cyanogen und Wasserstoff (analog den oben erwähnten), die Cyan-Wasserstoffsäure, oder Blausäure, eines der furchtbarsten Gifte in der Natur und für alles organische Leben sogleich tödtlich.

Die noch übrigen Säuren, die Schwefel-, Selen- und Tellursäure, sind sehr wenig bekannt. Diejenigen, welche wir bis jetzt am besten kennen, sind den vorhergehenden analog und werden durch Verbindung der verschiedenen Stoffe mit Wasserstoff gebildet. Diese Säuren waren früher unter dem Namen Schwefel-Wasserstoff, Selen-Wasserstoff und Tellur-Wasserstoff bekannt; einige Chemiker haben ihnen jedoch neue, den obigen Benennungen entsprechendere Namen beigelegt.

Von den Alkalien und Basen. Die Körper dieser Klasse sind, wie wir gesehen haben, gleich den Säuren, aus verschiedenen Grundstoffen zusammengesetzt, besonders aus gewissen Metallen in Verbinduug mit Sauerstoff, Chlor u. s. w., jedoch in der Regel in geringeren Verhältnissen als die Säuren. Daher sind die alkalinischen Basen eben so zahlreich als die

letzteren und lassen sich auf ähnliche Weise eintheilen in Sauerstoffalkalien, Chloralkalien u. s. w. Unter diesen sind die Sauerstoffalkalien bei weitem am besten bekannt und am wichtigsten. Sie lassen sich ebenfalls, wie die Sauerstoffsäuren, in zwei Unterarten theilen, nämlich in Alkalien mit einfacher und in Alkalien mit zusammengesetzter Basis. Zu den ersteren gehören alle die wohlbekannten gewöhnlichen alkalinischen Körper, als Pottasche, Soda, Kalk, Schwererde u. s. w., während die letzteren hauptsächlich dem Pflanzenreiche angehören und die kürzlich entdeckten und mit so viel Glück in der Medizin angewandten alkalinischen Stoffe unter sich begreifen, wie Chinin aus Chinarinde, Morphin aus Opium u. s. w., deren Zusammensetzung man jedoch bis jetzt noch nicht genau kennt. Ammonium oder das flüchtige Alkali (Laugensalz) läßt sich vielleicht auch zu dieser Klasse der Alkalien rechnen, obgleich seine Zusammensetzung, da es aus Wasser- und Stickstoff allein, ohne Sauerstoff, besteht, als eine Ausnahme betrachtet werden kann.

Die andern alkalinischen Körper, mit denen sich das Chlor, das Jod u. s. w. verbindet, sind sehr wenig bekannt, und einige Chemiker bezweifeln sogar ihr Vorhandensein.

Von den neutralen Zusammensetzungen. Diese lassen sich in sieben Hauptklassen theilen, deren bloße Namen hinreichend sind, um dem unkundigeren Leser einen Begriff von ihrer Beschaffenheit zu geben.

Es sind: Wasser; Geistwasser oder Alcohol; Aether; Ethal (eine eigenthümliche ölichte Substanz, welche aus Wallrath gewonnen wird); flüchtige Oele; feste Oele, und Erdharze.

Dieß ist eine Uebersicht der primären Zusammensetzungen, so wie der Grundsätze, nach welchen man sie in neuester Zeit eingetheilt hat. Wir kommen nun an

die secundären Zusammensetzungen, d. h. diejenigen, welche durch die Verbindung der primären unter einander gebildet werden. Da die neutralen primären Zusammen-

setzungen (Wasser ausgenommen) wenige Verbindungen eingehen, so müssen die secundären Zusammensetzungen hauptsächlich aus Substanzen bestehen, welche durch Verbindung der zwei andern Klassen, nämlich der Säuren und Alkalien, gebildet werden.

Diese secundären Zusammensetzungen führen gewöhnlich den Namen Salze. Sie bilden eine sehr zahlreiche und wichtige Klasse von Körpern; und da sie das Product der gegenseitigen Verbindung und Sättigung aller der verschiedenen Stoffe sind, welche sich mit einander verbinden können, so ist ihre Anzahl natürlich größer, als die anderer Körper, ja man kann sagen, daß die Oberfläche unseres Erdkörpers zum größten Theile aus solchen Salzen gebildet ist. Der Ausdruck Salz war ursprünglich die Bezeichnung des gemeinen Kochsalzes; durch ein besonderes Geschick jedoch ist dieser Körper, weil er nur aus Chlor und Sodium besteht, jetzt aus der Klasse der Salze ausgeschlossen, da, wie vorhin bemerkt wurde, die Chemiker unter Salzen nur die Verbindung von Säuren und Alkalien verstehen. Da es neun Klassen von Säuren giebt, so muß es natürlich eben so viele Klassen von Salzen geben. Von diesen sind die Sauerstoffsäuresalze bei weitem die bekanntesten und wichtigsten; auch begreift diese Klasse die größte Anzahl der von den Chemikern oder in den Künsten angewandten Salze unter sich. Theilt man die Salze nach ihren Basen ein, was vielleicht im Ganzen bei dem gegenwärtigen Zustande unserer Wissenschaft die beste Art ihrer Eintheilung ist, so bekommt man über fünf Gattungen; und bedenken wir, daß diese Gattungen wiederum eine große Anzahl von Arten in sich schließen, so können wir uns einen Begriff von der wunderbaren Mannigfaltigkeit der Naturkörper machen, mit deren Eigenschaften der Chemiker bekannt sein muß. Bekannte Beispiele von Sauerstoffsäuresalzen sind der Salpeter, die gemeine Kreide, der Gyps, sowie verschiedene metallische Salze, der Zinkvitriol, der Eisenvitriol und der Kupfervitriol u. s. w. u. s. w.

Von den Chlorsalzen, so wie von den übrigen Klassen, ist sehr wenig bekannt, und dieses Wenige beschränkt sich haupt-

sächlich auf die Salze, welche jene Stoffe mit dem Wasserstoff bilden. Die Chlorwasserstoff- oder die Salz-Säure verbindet sich mit Ammoniak und bildet die wohlbekannte Zusammensetzung des Ammoniaksalzes, welches wohl nichts ist als reiner Chlorwasserstoff oder salzsaures Salz. Dieß ist jedoch das einzige bekannte Beispiel; in allen andern analogen Fällen verbindet sich der Wasserstoff der Chlorwasserstoffsäure und der Sauerstoff der Basis zur Bildung von Wasser, das getrennt oder trennbar ist, und das Chlor und die metallische Basis bleiben im Zustande eines Chlorids in Verbindung. Dieß ist z. B. der Fall bei dem gemeinen Salz, das, wie oben bemerkt wurde, nichts Anderes ist, als ein Chlorid von Sodium, d. h. eine einfache Zusammensetzung von Chlor und dem metallischen Sodium. Aehnliches scheint von den andern analogen Zusammensetzungen zu gelten. Man muß jedoch gestehen, daß unsere Wissenschaft hinsichtlich aller dieser Stoffe bis jetzt noch sehr unbefriedigende Resultate geliefert hat, und die Zeit ist wohl nicht sehr ferne, wo sie hierin eine völlige Umgestaltung erfahren wird.

Dritter Abschnitt.

Von den Gesetzen der chemischen Verbindung.

Da die folgenden Bemerkungen über die Gesetze der chemischen Verbindung für die meisten Leser wenig Interessantes enthalten, so werden sie gebeten, dieselben zu überschlagen und sich an den letzten Abschnitt des gegenwärtigen Kapitels zu halten, wo sie eine Zusammenfassung der Hauptthatsachen finden werden, nebst einer Darlegung des Beweises, welchen dieselben für die zweckmäßige Einrichtung der Welt, so wie für die Weisheit und Macht des Schöpfers liefern.

Im vorhergehenden Kapitel haben wir kurz die Gründe betrachtet, welche uns bestimmten, die Hypothese anzunehmen, daß *alle gasartigen Körper bei gleichem Druck und gleicher Temperatur die gleiche Anzahl selbst-repulsiver Moleculen enthalten*; jetzt haben wir einige

wichtige Folgerungen nachzuweisen, welche sich aus dieser Hypothese von selbst ergeben.

Es scheint zur Genüge erwiesen, daß Körper in ihrem gasartigen Zustande sich sowohl chemisch als mechanisch (durch Cohäsion) nach Verhältniß ihres Volums verbinden, d. h. daß das gleiche Volum Gas sich stets nur entweder mit einem gleichen Volum des nämlichen oder eines andern Gases, oder mit einem Multiplum oder Submultiplum dieses Gases, d. h. mit 2, 3 oder $1/2$ oder $1/4$mal so viel u. s. w., aber nicht mit Zwischengrößen verbindet; und daß die durch eine solche Verbindung gebildete Zusammensetzung in Bezug auf ihr Volum stets in einem bestimmten Verhältnisse zu dem ursprünglichen Volum ihrer constituirenden Elemente steht. Nehmen wir einmal das Wasser als Beispiel. Wie gezeigt wurde, besteht das Wasser aus einem Volum Sauerstoffgas und zwei Volumen Wasserstoffgas, und so durchgängig, daß wir uns das Wasser niemals nach andern Verhältnissen dieser Elemente gebildet denken dürfen. Wie ferner dargethan wurde, nimmt das aus jenen Elementen gebildete Wasser im Zustande des Dampfes gerade den Raum von zwei Volumen ein, so daß also ein Volum verschwunden ist. Nun wollen wir aufmerksam betrachten, was während dieser Veränderungen vorgegangen sein muß. Ein Volum Sauerstoffgas hat zwei Volumen Wasser bilden helfen. Diese zwei Volumen Wasser müssen, nach unserer Hypothese, aus der doppelten Anzahl selbst-repulsiver Moleculen bestehen, die in dem einzelnen Volum Sauerstoff enthalten ist; dennoch muß jede dieser Moleculen Sauerstoff enthalten, weil der Sauerstoff ein wesentliches Element des Wassers ist. Hieraus folgt nothwendig, daß jede selbst-repulsive Molecule Sauerstoff in zwei zertheilt worden ist und folglich ursprünglich aus wenigstens zwei elementaren Moleculen bestanden sein muß, welche auf irgend eine Weise verbunden waren, so daß sie nur eine einzige gebildet hatten. Dieser Schluß, der nothwendig aus unserer Prämisse zu folgen scheint, ist sehr wichtig, wie wir sogleich sehen werden, und wirft kein geringes Licht auf manche bisher für schwierig gehaltene Punkte. Vorerst

wollen wir jedoch die Beschaffenheit dieser zusammengesetzten repulsiven Molecule Sauerstoff kurz betrachten.

Wir bemühten uns im vorigen Kapitel zu zeigen, daß jede einfache Molecule eines Körpers zwei Arten von Polarität besitzen müsse, welche wir, (da wir keinen besseren Namen wußten) chemische und cohäsive Polarität nannten; und daß diese Polaritäten in demselben Verhältnisse zu einander stehen, wie die Electricität und der Magnetismus; mit andern Worten, daß sich die chemischen und cohäsiven Polaritäten, wie jene Kräfte, rechtwinklich gegen einander verhalten. Sind demnach A und B zwei Meleculen Sauerstoff, von denen E e, E e die chemischen Axen vorstellen, und M M, m m, die Aequatorial- oder cohäsiven Durchmesser, so ist klar, daß diese zwei Moleculen sich auf zweierlei Weise mit einander verbinden können, entweder chemisch E mit e, oder cohäsivisch M mit m; die cohäsive Verbindung ist jedoch natürlich die wahrscheinlichste, wegen der gleichartigen Beschaffenheit der Moleculen *). Jede repulsive Molecule Sauer-

*) Die allgemeine und strenge Analogie, um nicht zu sagen Identität, welche in allen Beziehungen, die Richtung ausgenommen, zwischen den Axen- und den Aequatorial-Kräften Statt findet, ist bereits oben erwähnt und als Beispiel die auffallende Verwandtschaft zwischen Electricität und Magnetismus angeführt worden. Auch haben wir gesehen, daß sich die gleichartigen Moleculen im krystallischen Zustande wahrscheinlich chemisch verbinden. Ob nun gleich die im Texte aufgestellte Regel, daß sich gleichartige Moleculen nur cohäsivisch verbinden, richtig sein kann, so kann es doch auch Fälle geben, und giebt deren auch wahrscheinlich, in welchen sie sich chemisch verbinden. Aus den gleichen Gründen können sich nun aber auch ungleichartige Molekulen manchmal cohäsivisch verbinden. Dergleichen Verbindungen ließen sich wahrscheinlich leicht durch die optischen Eigenschaften der Körper oder durch irgend eine andere Eigenthümlichkeit in ihren physischen Eigenschaften, in der Krystallform, entdecken. Haben wohl nicht einige der Phänomene der Dimorphie d. h. der Eigenschaft, nach welcher der gleiche Körper zuweilen verschiedene Formen annehmen kann, in diesem Wechsel ihren Grund?

stoff muß deßhalb, im gasartigen Zustande, aus wenigstens zwei Moleculen bestehen, welche cohäsivisch mit einander verbunden sind und als eine einzige wirken. Ob sie doppelt sei oder nicht, kann aus der Zusammensetzung des Wassers nicht gefolgert werden, aber aus andern Zusammensetzungen, welche der Wasserstoff bildet, läßt es sich darthun. So ist die Salzsäure aus einem Volum Chlor und einem Volum Wasserstoff zusammengesetzt, welche sich ohne irgend eine Verdichtung verbinden und zwei Volumen salzsaures Gas bilden; nun ist es aber in diesem Falle klar, daß nicht allein die repulsive Molecule Wasserstoff, sondern auch die des Chlors, wenigstens doppelt sein muß, wie die oben erwähnte Molecule Sauerstoff; und dasselbe ließe sich auch von den andern gasartigen Körpern nachweisen.

Wir haben oben gesagt, die repulsiven Moleculen des Sauerstoffs und Wasserstoffs seien wenigstens doppelt; es ist jedoch wahrscheinlich, daß sie wirklich noch zusammengesetzter sind, wie die folgenden Bemerkungen zeigen werden. Wenn eine repulsive Molecule Wasser eine Verbindung eingeht, so findet man, daß sie sich oft in zwei oder drei (vielleicht mehr) Theile trennt. Da wir nun die Theilung einer einfachen Molecule oder eines Atoms nicht zugeben können, so müssen wir natürlich schließen, daß die Moleculen des Sauer- und Wasserstoffs viel zusammengesetzter sind, als sie oben dargestellt wurden, und daß jede von ihnen wenigstens drei Componenten oder Submoleculen enthalten muß. Demnach werden die repulsiven Moleculen des Wassers wenigstens aus neun Componenten bestehen, (nämlich: drei Moleculen Sauerstoff und sechs Moleculen Wasserstoff), die wir uns erstlich chemisch vereinigt denken können, Wasserstoff mit Sauerstoff, und dann cohäsivisch, die drei Untermoleculen Wasser mit einander; so daß sie eine sphäroidische Molecule bilden, auf eine Weise, welche sich mit ein wenig Scharfsinn vielleicht ohne Schwierigkeit mechanisch darstellen ließe *).

*) Wenn Körper, z. B. Wasser, einer großen Hitze ausgesetzt werden, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß in vielen Fällen die

Genau dieselben Verbindungsgesetze müssen natürlich auch unter den Moleculen der Körper selbst, wie sie sich wirklich um uns her vorfinden, herrschen. Nehmen wir zur Erläuterung den Krystall der Kleesäure als Beispiel. Diese Säure ist, nach der gegenwärtigen Sprache der Chemiker, zusammengesetzt aus zwei Moleculen Kohlenstoff und drei Moleculen Sauerstoff, welche durch ihre Verbindung die Säure bilden. Um nun die zusammengesetzte Molecule vollständig und krystallisirbar zu machen, sind drei Moleculen Wasser erforderlich, welche auf irgend eine Weise mit einer jeden von den Moleculen der Säure verbunden sein müssen. So sind also jetzt (nach unserer Annahme) die zwei Moleculen Kohlenstoff, (von welchen jede vielleicht bereits aus mehreren Submoleculen besteht), mit einander zu einer symmetrischen Supermolecule vereinigt; die drei Moleculen Sauerstoff, auf ähnliche Weise vereinigt, haben sich chemisch mit der Supermolecule Kohlenstoff verbunden und bilden so durch ihre Verbindung eine Molecule Kleesäure; endlich sind die drei Moleculen Wasser zu einer Supermolecule vereinigt, welche sich chemisch mit der Molecule Kleesäure verbindet und so die Molecule der Säure, wie diese wirklich in der Krystallform sich darstellt, vollendet.

Dieß sind unsere Ansichten über die Natur der chemischen Verbindung. Mögen sie nun richtig sein oder nicht, das Verdienst haben sie wenigstens, daß sie höchst einfach und durchaus folgerecht sind, was von andern, die wir kennen, nicht gesagt werden kann. Durch vieljähriges Nachdenken haben wir uns überzeugt, daß sich die chemischen Verbindungen nur auf die angegebene Weise vernünftig erklären lassen. Eine ausführlichere Darstellung ihrer Gesetze wäre aber hier nicht am Orte, weßhalb wir uns auf folgende Bemerkungen beschränken.

---

repulsiven Moleculen sich mehr oder weniger in ihre Componenten trennen, in welchem Falle, wie angenommen werden muß, die Körper ganz verschiedene elastische Kräfte und Expansionsgesetze entwickeln.

Erstens. Die obige Ansicht von der Molecularconstitution der Körper, leitet natürlich auf die Frage: „Haben die Submoleculen, welche sich, wie wir annahmen, cohäsivisch mit einander verbinden und die selbst-repulsive Molecule, z. B. des Sauer- und Wasserstoffs, bilden, die gleichen Eigenschaften, wie diejenigen des Sauer- und Wasserstoffs, oder verschiedene?" Diese Frage läßt sich zwar in mancher Beziehung bei dem gegenwärtigen Zustande unserer Wissenschaft nicht befriedigend beantworten; jedoch wir dürfen mit Grund annehmen, daß die Eigenschaften der Submolecule und der Supermolecule sich im Allgemeinen von denen der Molecule selbst unterscheiden, daß aber dieser Unterschied mehr ein specifischer als generischer ist *). So haben die Chemiker gezeigt, daß sich verschiedene Volume desselben gasartigen Körpers, kohlensaurer-Wasserstoff genannt, mit einander verbinden und mannigfaltige Zusammensetzungen bilden. Wir haben z. B. ein Gas, von welchem ein Volum zwei Volume kohlensauren Wasserstoff, ein anderes, von welchem ein Volum drei, und ein anderes, von welchem vier Volume desselben gasartigen Körpers enthält. Nun aber sind die wahrnehmbaren Eigenschaften aller dieser Zusammensetzungen, obgleich sie in gewisser Beziehung einander ähnlich sind, doch specifisch von einander verschieden; und da sie alle nur in verschiedenen Verhältnissen aus demselben gasartigen Körper zusammengesetzt sind, so müssen diese Verschiedenheiten mehr als Folge der cohäsiven, denn als Folge der chemischen Verbindung betrachtet werden. Dadurch wird die Voraussetzung, daß sowohl die Submoleculen, als die Supermoleculen der Körper in ihren Eigenschaften nicht nur unter einander, sondern auch von der

*) Was wir die wahrnehmbaren Eigenschaften eines Körpers nennen, ist natürlich, in allen Fällen, das Resultat einer größeren Anzahl von Moleculen, welche zu gleicher Zeit mit einander thätig sind; deßhalb läßt sich denken, daß unter einem gewissen Puncte die bloße Verschiedenheit der Zahl eine Veränderung in den wahrnehmbaren Eigenschaften hervorbringt, und zwar nicht bloß dem Grade, sondern auch der Art nach. Von den wahrnehmbaren Eigenschaften einer einzelnen Molecule können wir uns keine Vorstellung machen.

Stamm-Molecule sich unterscheiden, außerordentlich wahrscheinlich gemacht, und leicht ließen sich, wenn der Raum es gestattete, noch andere ähnliche Thatsachen beibringen. Dieß wäre jedoch unserem Zwecke zuwider, und wir bemerken nur, daß sehr viele auffallende Umstände, welche man bis jetzt nur sehr unvollkommen erklären konnte, augenscheinlich auf ein ähnliches Princip sich zurückführen ließen.

Zweitens. Obgleich wir es so wahrscheinlich gemacht haben, daß die Moleculen der Körper, welche man bis jetzt für einfach gehalten hat, selbst wieder aus vielen andern zusammengesetzt sind, die ihnen mehr oder weniger gleichen; so ist doch einleuchtend, daß es einen Punct geben muß, bei welchem diese und andere Elemente in einer ursprünglichen und letzten Form existiren, und über den hinaus sie, wenn sie als weiter theilbar vorausgesetzt werden können, etwas ganz verschiedenes werden müssen. In dieser Hinsicht stimmen sonach die von uns aufgestellten Ansichten mit den gegenwärtig gangbaren im Allgemeinen überein, und der einzige Unterschied besteht in der Annahme, daß die repulsive Molecule, wie sie in der gasartigen Form existirt, keine einfache, sondern eine aus mehreren zusammengesetzte sei. Was die Beschaffenheit der letzten Submoleculen jener Körper, welche wir gewöhnlich als einfache betrachten, wie z. B. des Sauerstoffs, betrifft, so läßt sich natürlich annehmen, daß sie die intensivsten Eigenschaften oder Polaritäten besitzen. Ja, solche Submoleculen lassen sich in gewissem Grade mit den unwägbaren Potenzen, Wärme, Licht u. s. w. vergleichen, und dieß nicht allein wegen ihrer außerordentlichen Feinheit, sondern auch in anderen Beziehungen; und eben diese Intensität der Eigenschaft und des Characters kann man mit Wahrscheinlichkeit als einen Grund, wo nicht als den Hauptgrund, betrachten, warum sie nicht getrennt existiren können. Auch finden wir ja diese letzten und feinsten Formen der Materie sehr häufig bei vielen Wirkungen der Natur, besonders bei manchen organischen Prozessen, in Anwendung gebracht.

Drittens. Durch die Voraussetzung, daß diese Gesetze

der chemischen Verbindung sich nicht bloß auf die einfachen Körper beschränken, sondern durchaus auf alle Naturkörper Anwendung leiden; und daß die Körper, so zusammengesetzt sie auch sind, stets als einfache Moleculen wirken und sich immer nur nach dem Verhältnisse ihres Volums im gasartigen Zustande, mit einander verbinden, sind wir in gewissem Grade im Stande, jene unendliche Mannigfaltigkeit der Eigenschaften und Zustände der Körper zu erklären, die wir um uns her wahrnehmen. Denn sobald sich durch Vereinigung von gleichartigen Moleculen eine neue zusammengesetzte Molecule gebildet hat, so läßt sich auch sogleich annehmen, daß dieselbe im Stande ist, sich mit andern Moleculen chemisch zu verbinden und so eine lange und neue Reihe von Verbindungen einzugehen, während diese Verbindungen ihrerseits wieder zu andern führen und so ins Unendliche fort. Ja, wären nicht diese Verbindungen durch die Natur der Dinge selbst beschränkt, so würden wahrscheinlich nicht zwei Substanzen die gleichen Eigenschaften besitzen. Die meisten jener Zusammensetzungen können gar nicht getrennt existiren, wie dieß bei den zusammengesetzten Supermoleculen Wasser, in dem oben erwähnten Krystall der Kleesäure, der Fall ist. Gesetzt aber, die letzteren könnten getrennt existiren, würden sie dann die Form des Wassers annehmen?

Viertens. Es wäre nicht schwer, obgleich bei dem gegenwärtigen Zustande unserer Wissenschaft etwas unsicher und voreilig, die aufgestellten Grundsätze auch auf die Krystallisationsformen der verschiedenen Körper anzuwenden. Wir bemerken deßhalb über diesen Gegenstand nichts weiter, als daß die Cohäsivkraft, obgleich nach unserer Voraussetzung, unter den Moleculen verschiedener Körper eigenthümlich modificirt, dennoch wesentlich nur von einerlei Art ist. Wenn deßhalb die Moleculen verschiedener Körper gleiche Größe (oder vielmehr gleiches Gewicht) haben, so läßt sich natürlich annehmen, daß sie im Stande sind, sich zu derselben Form zu vereinigen, und selbst wenn sie zufällig unter einander gemischt werden, doch ohne Unterschied denselben

Krystall bilden. Hieraus entsteht die sogenannte Isomorphie der Körper, während, wenn eine bedeutende Annäherung, jedoch kein genaues Zusammentreffen in den oben genannten Beziehungen statt findet, nach den gleichen Grundsätzen die sogenannte Pläsiomorphie entsteht, d. h. eine Annäherung an die Gleichheit in der Form.

Fünftens. Was die Beschaffenheit der Umstände betrifft, welche die Charactere und Entstehungsweisen der Körper bestimmen, so ist uns hierüber nur weniges bekannt. Beinahe eben so wenig wissen wir von der Natur der Ursachen, welche die Cohäsion der Moleculen der Körper zur Krystallform bestimmen. Es ließen sich jedoch zahlreiche Gründe aufführen, welche darzuthun scheinen, daß die Größe und Gestalt der Moleculen eine bedeutende Rolle bei der Krystallisation spielen; gewiß muß man wenigstens annehmen, daß die Größe und Gestalt der Moleculen irgend wie mit der Art und Weise ihrer Anordnung übereinstimmend sein muß, denn sonst könnte ja eine solche Anordnung gar nicht Statt finden. Die Ursache dieser Gleichheit der Größe und Gestalt ist unbekannt, wahrscheinlich aber hängt sie von der Gleichheit des Gewichtes (dem Isobarismus) der Molecule ab, d. h. von dem gleichen Verhältnisse der absoluten Quantität der Materie, welche die Molecule enthält; einem Verhältnisse, welches, so viel wir wahrnehmen können, nicht allein der einzige, den Moleculen der verschiedenen Körper gemeinsame Umstand, sondern das auch von allen andern am geeignetsten ist, Identität in Bezug auf Größe und Gestalt dieser Moleculen hervorzubringen.

Sechstens. Wenn die Moleculen der Körper im Zustande der Auflösung nicht die zur Cohäsion erforderliche Größe und Gestalt besitzen, so läßt sich aus einigen Erscheinungen schließen, daß sie gelegentlich das Vermögen besitzen, die nothwendige Form durch Herbeiziehung von Moleculen anderer Körper zu bilden. Die Rolle, welche diese Körper dabei spielen, kann man als eine complementarische betrachten, d. h. sie dienen dazu, die Größe oder Gestalt der Molecule

zu vervollständigen, damit sich diese auf eine gewisse Weise verbinden kann. So scheint das Wasser bei der Krystallisation (und vielleicht gelegentlich auch andere Materien) in den meisten Fällen eine Rolle dieser Art zu spielen und wirklich ganz complementarisch für jene besondere Größe und Gestalt der Moleculen zu sein, welche als die erforderliche betrachtet werden kann, damit sich dieselben nicht allein unter sich leichter verbinden, sondern zugleich einen symmetrischen festen Körper, oder den Krystall, bilden können.

Einige Umstände, welche hier noch zu betrachten sind, werden besser verstanden werden, wenn wir zuvor die Verbindungen der Körper mit Rücksicht auf ihr verschiedenes Gewicht, sowie die absolute Quantität der Materie, die sie enthalten, etwas genauer untersuchen. Diese interessante Untersuchung wollen wir daher jetzt anstellen, wobei wir uns aber, wie bisher, hauptsächlich auf die Elemente des Wassers, den Wasser- und Sauerstoff, beschränken.

Beobachtungen haben gezeigt, daß die gleichen Volume verschiedener Körper im gasartigen Zustande ein sehr verschiedenes Gewicht haben. So wiegt z. B. ein Volum Sauerstoff sechzehnmal so viel, als das gleiche Volum Wasserstoff. Demnach muß, da, vorausgesetztermaßen, die Anzahl der repulsiven Moleculen in einem jeden dieser Gase gleich ist, das Gewicht einer solchen Molecule beim Sauerstoff nothwendig sechzehnmal größer sein, als beim Wasserstoff. Hiernach können wir als allgemeinen Grundsatz aufstellen: das Gewicht der repulsiven Moleculen aller Körper richtet sich nach der specifischen Schwere dieser Körper im gasartigen Zustande. Dieses Verhältniß des Gewichtes der Moleculen der Körper zu ihrer specifischen Schwere bildet die Grundlage der s. g. Atom-Theorie, welche vor einigen Jahren Dr. Dalton aufgestellt hat, der den höchst wichtigen Satz aussprach, daß sich die Körper nicht, wie man bisher annahm, willkührlich verbinden, sondern in bestimmten Verhältnissen nach ihrem Gewichte, und wenn die vorhergehenden Grundsätze richtig sind, so können sie sich gar nicht anders verbinden. Da jedoch

das Wasser aus einem Volum Sauerstoff, verbunden mit zwei Volumen Wasserstoff, zusammengesetzt ist, so wird das relative Gewicht des Wasser- und Sauerstoffs beim Wasser nicht wie 1:16, sondern nur wie 1:8 sein, während das Gewicht der repulsiven Molecule des Dampfs 9 sein wird. Da nun das eine oder das andere der Elemente des Wassers gewöhnlich zur Basis der Atomzahlen genommen wird, so hat diese Differenz zwischen den Volumen und den sich verbindenden Gewichten seiner Elemente bedeutende Verwirrungen erregt und viele unnöthige Erörterungen veranlaßt. Am besten betrachtet man mit Dr. Dalton die zwei Volume Wasserstoff als ein Atom, in welchem Falle der Sauerstoff = 8 und das Wasser = 9 ist. Eine genaue philosophische Bestimmung jedoch, (vorausgesetzt, daß die oben aufgestellten Grundsätze richtig sind), würde erfordern, daß das Volum in allen Fällen der Moleculareinheit gleich sei, in welchem Falle das relative Gewicht der repulsiven Moleculen des Wasser- und Sauerstoffs, sich wie 1:16 verhalten würde.

Die englischen Chemiker betrachten gewöhnlich zwei Volume Wasserstoff als Ein Atom oder eine Einheit, in welchem Falle der Sauerstoff = 8 ist. Einige haben es jedoch vorgezogen, statt des Wasserstoffs, den Sauerstoff als Einheit oder = 10 zu nehmen. In diesem Falle wird also der Wasserstoff ein Achtel von 1 oder von 10, d. h. 0,125 oder 1,25, und das Wasser anstatt 9 = 1,125 oder 11,25 sein. Es ist gleichgültig, welche dieser Zahlenreihen, oder ob man eine andere anwendet, wenn nur die gleichen Verhältnisse unter ihnen festgehalten werden; die erste Reihe ist jedoch die am allgemeinsten angenommene und im Ganzen auch die passendste. Auf die angegebene Weise läßt sich nun das Atom-Gewicht aller Körper, welche Gasgestalt annehmen können, leicht berechnen; bei denjenigen Körpern aber, die im einfachen Zustande die Gasgestalt nicht annehmen, sondern nur im verbundenen, müssen wir das Gewicht der primären Molecule nach dem Gewichte der zusammengesetzten berechnen. So kann der Kohlenstoff in seinem einfachen Zustande die Gasgestalt nicht

Uebermaßes erhalten werden können, eben wegen ihrer natürlichen Neigung, einen gewissen Zustand des Gleichgewichtes zu behaupten. Die Hervorbringung und Erhaltung des letzteren aber läßt sich als Folge eben jener wundervollen Anordnung der Qualität und Quantität der Körper betrachten, indem die Qualitäten so eingerichtet sind, daß die eine die Wirksamkeit der andern neutralisirt, die Quantitäten aber so, daß nur eine oder zwei derselben vorherrschen.

Dieß gilt im Allgemeinen: hiebei muß jedoch bemerkt werden, daß dieses Gleichgewicht, von dem wir hier sprechen, kein absolut festes ist, da eine solche Beschränkung mit der gegenwärtigen Ordnung der Dinge eben so unverträglich sein würde, als ein unbeschränkter Wechsel. Vielmehr ist das Ganze so eingerichtet, daß geringe Abweichungen oder Oscillationen um den neutralen Punct der Ruhe oder des Gleichgewichtes Statt finden und bei der gegenwärtigen Einrichtung der Welt sogar nothwendig sind; obgleich diese Veränderungen innerhalb sehr enger Gränzen sich bewegen, und größere Abweichungen für das Ganze sogleich verderblich sein würden. Fragen wir aber nach den Grundsätzen, nach welchen diese geringen Abweichungen Statt finden und geregelt werden, so haben wir einen weiteren Grund, die schöne Einrichtung, die sich darin offenbart, zu bewundern. Als wir von den Bestandtheilen des Wassers sprachen, bemerkten wir, wie sehr das Bestehen der Natur von dem Verhältnisse der Grundstoffe dieser Flüssigkeit abhänge, und daß einer derselben, der Sauerstoff, in einem Uebermaß und im freien Zustande in der Luft existire. Auf die Wirksamkeit dieses Sauerstoffes im freien Zustande aber, sowie auf die jährliche und tägliche Bewegung der Erde sind die meisten der um uns vorgehenden Veränderungen zurückzuführen. Das allgemeine Vorhandensein und die eigenthümlichen Eigenschaften des Sauerstoffs sind von der Art, daß sie mehr oder weniger Einfluß auf jedes Ding haben, während die Bewegungen der Erde Alles in einem beständigen Zustande der Thätigkeit und Veränderung erhalten. Dennoch ist das allgemeine Streben des Ganzen, wie oben bemerkt wurde, auf einen

Zustand des Gleichgewichts gerichtet und die Grundsätze, nach denen dieses Streben wirkt, liegen vor Augen. So haben alle Körper unter dem Neutralpuncte der Ruhe, (wenn wir diesen Ausdruck gebrauchen dürfen) d. h. alle Körper von einem entschieden elementarischen Character, das Streben, sich synthetisch mit einander zu verbinden, während die Körper über dem Neutralpuncte ein sehr geringes Streben zeigen, sich weiter zu verbinden, und wenn sie absichtlich oder durch eine andere Ursache zu einer Verbindung gebracht werden, sobald sie sich selbst überlassen sind, sogleich wieder in das Gleichgewicht zurückkehren.

Auf solche Weise ist der Zustand des Gleichgewichts, von dem wir sprechen, entstanden und wird fortwährend erhalten. Auch müssen wir bei einer näheren Betrachtung des Gegenstandes nothwendig zu dem Schlusse geführt werden, daß dieser Zustand ganz den Character einer früheren Anordnung an sich trägt, welcher die Natur der organischen Wesen erst später angepaßt wurde. Dieß veranlaßt uns zu einigen Bemerkungen über die spätere Anpassung der organischen Natur an das früher vorhandene Gleichgewicht.

Die gegenwärtigen Geschlechter der organischen Wesen pflanzen sich blos durch Zeugung fort, und keine Wirkung in der Natur kann uns zu der Voraussetzung veranlassen, daß diese Wesen, falls sie vernichtet würden, durch irgend ein Naturgesetz reproducirt werden könnten: d. h. wir können durchaus nicht annehmen, daß Wasserstoff, Kohlenstoff, Sauerstoff und Stickstoff, nebst Wärme und Licht u. s. w., soweit wir ihre Eigenschaften kennen, je im Stande seien, von selbst, durch ihre Verbindung unter einander, eine Pflanze oder ein Thier zu bilden. Demnach ist klar, daß bei der ersten Hervorbringung von Pflanzen und Thieren eine Macht thätig gewesen sein muß, welche seitdem längst so zu wirken aufgehört hat, und daß diese Macht nicht allein Pflanzen und Thiere hervorgebracht, sondern ihnen zugleich auch das Vermögen mitgetheilt hat, sich selbst fortzupflanzen, wenigstens soweit es jener Zustand des Gleichgewichts, dem sie unterworfen sind, erlaubt. Nehmen wir nun an, die Macht, welche alles dieß

stoff muß deßhalb, im gasartigen Zustande, aus wenigstens zwei Moleculen bestehen, welche cohäsivisch mit einander verbunden sind und als eine einzige wirken. Ob sie doppelt sei oder nicht, kann aus der Zusammensetzung des Wassers nicht gefolgert werden, aber aus andern Zusammensetzungen, welche der Wasserstoff bildet, läßt es sich darthun. So ist die Salzsäure aus einem Volum Chlor und einem Volum Wasserstoff zusammengesetzt, welche sich ohne irgend eine Verdichtung verbinden und zwei Volumen salzsaures Gas bilden; nun ist es aber in diesem Falle klar, daß nicht allein die repulsive Molecule Wasserstoff, sondern auch die des Chlors, wenigstens doppelt sein muß, wie die oben erwähnte Molecule Sauerstoff; und dasselbe ließe sich auch von den andern gasartigen Körpern nachweisen.

Wir haben oben gesagt, die repulsiven Moleculen des Sauerstoffs und Wasserstoffs seien w e n i g s t e n s doppelt; es ist jedoch wahrscheinlich, daß sie wirklich noch zusammengesetzter sind, wie die folgenden Bemerkungen zeigen werden. Wenn eine repulsive Molecule Wasser eine Verbindung eingeht, so findet man, daß sie sich oft in zwei oder drei (vielleicht mehr) Theile trennt. Da wir nun die Theilung einer einfachen Molecule oder eines A t o m s nicht zugeben können, so müssen wir natürlich schließen, daß die Moleculen des Sauer- und Wasserstoffs viel zusammengesetzter sind, als sie oben dargestellt wurden, und daß jede von ihnen wenigstens drei Componenten oder Submoleculen enthalten muß. Demnach werden die repulsiven Moleculen des Wassers wenigstens aus neun Componenten bestehen, (nämlich: drei Moleculen Sauerstoff und sechs Moleculen Wasserstoff), die wir uns erstlich c h e m i s c h vereinigt denken können, Wasserstoff mit Sauerstoff, und dann c o h ä s i v i s c h, die drei Untermoleculen Wasser mit einander; so daß sie eine sphäroidische Molecule bilden, auf eine Weise, welche sich mit ein wenig Scharfsinn vielleicht ohne Schwierigkeit mechanisch darstellen ließe *).

*) Wenn Körper, z. B. Wasser, einer großen Hitze ausgesetzt werden, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß in vielen Fällen die

Genau dieselben Verbindungsgesetze müssen natürlich auch unter den Moleculen der Körper selbst, wie sie sich wirklich um uns her vorfinden, herrschen. Nehmen wir zur Erläuterung den Krystall der Kleesäure als Beispiel. Diese Säure ist, nach der gegenwärtigen Sprache der Chemiker, zusammengesetzt aus zwei Moleculen Kohlenstoff und drei Moleculen Sauerstoff, welche durch ihre Verbindung die Säure bilden. Um nun die zusammengesetzte Molecule vollständig und krystallisirbar zu machen, sind drei Moleculen Wasser erforderlich, welche auf irgend eine Weise mit einer jeden von den Moleculen der Säure verbunden sein müssen. So sind also jetzt (nach unserer Annahme) die zwei Moleculen Kohlenstoff, (von welchen jede vielleicht bereits aus mehreren Submoleculen besteht), mit einander zu einer symmetrischen Supermolecule vereinigt; die drei Moleculen Sauerstoff, auf ähnliche Weise vereinigt, haben sich chemisch mit der Supermolecule Kohlenstoff verbunden und bilden so durch ihre Verbindung eine Molecule Kleesäure; endlich sind die drei Moleculen Wasser zu einer Supermolecule vereinigt, welche sich chemisch mit der Molecule Kleesäure verbindet und so die Molecule der Säure, wie diese wirklich in der Krystallform sich darstellt, vollendet.

Dieß sind unsere Ansichten über die Natur der chemischen Verbindung. Mögen sie nun richtig sein oder nicht, das Verdienst haben sie wenigstens, daß sie höchst einfach und durchaus folgerecht sind, was von andern, die wir kennen, nicht gesagt werden kann. Durch vieljähriges Nachdenken haben wir uns überzeugt, daß sich die chemischen Verbindungen nur auf die angegebene Weise vernünftig erklären lassen. Eine ausführlichere Darstellung ihrer Gesetze wäre aber hier nicht am Orte, weßhalb wir uns auf folgende Bemerkungen beschränken.

---

repulsiven Moleculen sich mehr oder weniger in ihre Componenten trennen, in welchem Falle, wie angenommen werden muß, die Körper ganz verschiedene elastische Kräfte und Expansionsgesetze entwickeln.

Erstens. Die obige Ansicht von der Molecularconstitution der Körper, leitet natürlich auf die Frage: „Haben die Submoleculen, welche sich, wie wir annahmen, cohäsivisch mit einander verbinden und die selbst-repulsive Molecule, z. B. des Sauer- und Wasserstoffs, bilden, die gleichen Eigenschaften, wie diejenigen des Sauer- und Wasserstoffs, oder verschiedene?" Diese Frage läßt sich zwar in mancher Beziehung bei dem gegenwärtigen Zustande unserer Wissenschaft nicht befriedigend beantworten; jedoch wir dürfen mit Grund annehmen, daß die Eigenschaften der Submolecule und der Supermolecule sich im Allgemeinen von denen der Molecule selbst unterscheiden, daß aber dieser Unterschied mehr ein specifischer als generischer ist*). So haben die Chemiker gezeigt, daß sich verschiedene Volume desselben gasartigen Körpers, kohlensaurer Wasserstoff genannt, mit einander verbinden und mannigfaltige Zusammensetzungen bilden. Wir haben z. B. ein Gas, von welchem ein Volum zwei Volume kohlensauren Wasserstoff, ein anderes, von welchem ein Volum drei, und ein anderes, von welchem vier Volume desselben gasartigen Körpers enthält. Nun aber sind die wahrnehmbaren Eigenschaften aller dieser Zusammensetzungen, obgleich sie in gewisser Beziehung einander ähnlich sind, doch specifisch von einander verschieden; und da sie alle nur in verschiedenen Verhältnissen aus demselben gasartigen Körper zusammengesetzt sind, so müssen diese Verschiedenheiten mehr als Folge der cohäsiven, denn als Folge der chemischen Verbindung betrachtet werden. Dadurch wird die Voraussetzung, daß sowohl die Submoleculen, als die Supermoleculen der Körper in ihren Eigenschaften nicht nur unter einander, sondern auch von der

*) Was wir die wahrnehmbaren Eigenschaften eines Körpers nennen, ist natürlich, in allen Fällen, das Resultat einer größeren Anzahl von Moleculen, welche zu gleicher Zeit mit einander thätig sind; deßhalb läßt sich denken, daß unter einem gewissen Puncte die bloße Verschiedenheit der Zahl eine Veränderung in den wahrnehmbaren Eigenschaften hervorbringt, und zwar nicht bloß dem Grade, sondern auch der Art nach. Von den wahrnehmbaren Eigenschaften einer einzelnen Molecule können wir uns keine Vorstellung machen.

Stamm-Molecule sich unterscheiden, außerordentlich wahrscheinlich gemacht, und leicht ließen sich, wenn der Raum es gestattete, noch andere ähnliche Thatsachen beibringen. Dieß wäre jedoch unserem Zwecke zuwider, und wir bemerken nur, daß sehr viele auffallende Umstände, welche man bis jetzt nur sehr unvollkommen erklären konnte, augenscheinlich auf ein ähnliches Princip sich zurückführen ließen.

Zweitens. Obgleich wir es so wahrscheinlich gemacht haben, daß die Moleculen der Körper, welche man bis jetzt für einfach gehalten hat, selbst wieder aus vielen andern zusammengesetzt sind, die ihnen mehr oder weniger gleichen; so ist doch einleuchtend, daß es einen Punct geben muß, bei welchem diese und andere Elemente in einer ursprünglichen und letzten Form existiren, und über den hinaus sie, wenn sie als weiter theilbar vorausgesetzt werden können, etwas ganz verschiedenes werden müssen. In dieser Hinsicht stimmen sonach die von uns aufgestellten Ansichten mit den gegenwärtig gangbaren im Allgemeinen überein, und der einzige Unterschied besteht in der Annahme, daß die repulsive Molecule, wie sie in der gasartigen Form existirt, keine einfache, sondern eine aus mehreren zusammengesetzte sei. Was die Beschaffenheit der letzten Submoleculen jener Körper, welche wir gewöhnlich als einfache betrachten, wie z. B. des Sauerstoffs, betrifft, so läßt sich natürlich annehmen, daß sie die intensivsten Eigenschaften oder Polaritäten besitzen. Ja, solche Submoleculen lassen sich in gewissem Grade mit den unwägbaren Potenzen, Wärme, Licht u. s. w. vergleichen, und dieß nicht allein wegen ihrer außerordentlichen Feinheit, sondern auch in anderen Beziehungen; und eben diese Intensität der Eigenschaft und des Characters kann man mit Wahrscheinlichkeit als einen Grund, wo nicht als den Hauptgrund, betrachten, warum sie nicht getrennt existiren können. Auch finden wir ja diese letzten und feinsten Formen der Materie sehr häufig bei vielen Wirkungen der Natur, besonders bei manchen organischen Prozessen, in Anwendung gebracht.

Drittens. Durch die Voraussetzung, daß diese Gesetze

setzung, wenn z. B. eine Auflösung von salpetersaurem Silber mit einer Auflösung von gemeinem Salze in Verbindung gebracht wird. Hier vereinigt sich das Chlor des Salzes mit dem Silber und bewirkt einen dicken Niederschlag, der sich auf den Grund setzt, während die Salpetersäure sich mit der Soda verbindet und ein unauflösliches Salz bildet, das im Zustande der Auflösung bleibt. Nun haben wir in einem der früheren Kapitel gezeigt, daß das kleinste Bruchstück der durch unsere Sinne wahrnehmbaren Materie aus unzähligen Moleculen besteht. Denken wir uns daher eine kleine Quantität, etwa eine Unze salpetersaures Silber und eine verhältnißmäßige Quantität gemeines Salz unter einander gemischt, welche zahllosen Myriaden von Moleculen müssen sich hier, in einem fast nicht zu bezeichnenden Zeittheile, bei diesem einfachen Prozesse unter einander aufgesucht haben, damit sich jede mit ihresgleichen verbinden konnte! Der menschliche Geist bebt zurück vor der Betrachtung solcher Gegenstände, welche so weit über seine Kräfte gehen, und bei denen das Höchste, was die Einbildungskraft ersinnen kann, fast nichts ist gegen die Wirklichkeit. Könnten wir uns z. B. denken, es seien alle gegenwärtig lebenden Menschen, vollkommen gleich gekleidet, auf einer weiten Fläche versammelt und führen alle zu gleicher Zeit die gleichen kriegerischen Bewegungen aus, so würde sich diese Anzahl Menschen zu der wirklichen Anzahl von gleichartigen Moleculen, welche sich in dem obigen einfachen Experimente vollkommen gleich bewegen, wahrscheinlich eben so verhalten, wie eine einzelne Compagnie zu unserer gesammten Armee. Eben so befinden sich, um ein anderes bekanntes Beispiel zu wählen, beim Arbeiten einer gewöhnlichen Dampfmaschine mehr selbstrepulsive Moleculen Wasser in beständiger Bewegung und Zusammenwirkung, als es vierfüßige Thiere auf der ganzen Erde giebt! Das Obige soll nur die Grundsätze des Arguments erläutern; dieses selbst beruht, wie alles Vorhergehende, auf einer Masse von Einzelnheiten und läßt sich mehr oder weniger auf jede Wirkung in der Natur anwenden.

Dieß wäre eine kurze Andeutung der Wunder, die uns die Chemie kennen lehrt. Welchen Begriff geben sie uns von der

Weisheit und Allmacht Dessen, der das Ganze erdacht und geschaffen hat, von der Umsicht des ewigen Geistes, der das Universum regiert und zu gleicher Zeit die Bewegung jedes einzelnen Atoms in demselben bewacht und regelt; dem die innerste Natur, der Zweck und Nutzen jedes einzelnen Theils bekannt ist, und in dessen alles umfassender Hand das Ganze nur ein Glied jener großen Kette bildet, deren Anfang und Ende sich für uns in die Unendlichkeit verliert!

Der Beweis aus den früheren Einrichtungen und der nachfolgenden Anpassung weiterer Schöpfungen an dieselben ist so interessant, und die Folgerungen, welche sich daraus ziehen lassen, so wichtig, daß es vielleicht nicht undienlich erscheinen mag, denselben, der größeren Deutlichkeit halber, in einer gedrängteren Gestalt zu wiederholen. Zu diesem Behufe wählen wir das bekannte Verhältniß der Pflanzen und Thiere zu Wasser und Luft.

Daß das Wasser und die Luft früher vorhanden waren, als die Pflanzen und Thiere, ist durch die Thatsache erwiesen, daß die ersteren auch ohne die letzteren existiren können, diese aber nicht ohne jene. Da also Wasser und Luft mit allen ihren gegenwärtigen Eigenschaften da gewesen sein müssen, ehe noch Pflanzen und Thiere erschaffen waren, so fragt es sich natürlich, warum sie ihre gegenwärtigen Eigenschaften erhielten? Wir nehmen an, daß beide mit diesen Eigenschaften im Hinblicke auf die künftige Schöpfung der Pflanzen und Thiere geschaffen wurden; eine Annahme, durch welche das Ganze begreiflich wird. Daß diese Erklärung aber wirklich richtig ist, und daß Wasser und Luft ihre gegenwärtigen Eigenschaften nicht durch Zufall und von Ungefähr erhielten, wird durch folgende Betrachtungen noch wahrscheinlicher. Wir haben gesagt, daß Wasser und Luft auch ohne Pflanzen und Thiere existiren können: demnach könnten sie, so viel wir davon verstehen, auch immer ohne dieselben existirt haben, wenigstens läßt sich das Gegentheil nicht beweisen oder auch nur wahrscheinlich machen. Ueberdieß können Pflanzen und Thiere, da sie die Prinzipien einer neuen höheren Ordnung (der des Lebens) in sich schließen, nicht in Folge eines Naturgesetzes aus einem niedriger stehenden Agens hervorgegangen sein. Daher findet keine solche nothwendige Beziehung von Ursache und Wirkung zwischen dem früheren Vorhandensein von Wasser und Luft und dem späteren der Pflanzen und Thiere Statt, wie Einige angenommen zu haben scheinen. Und deßhalb folgt nothwendig, daß Pflanzen und Thiere in einer späteren Periode und durch irgend eine äußere und höhere Wirksamkeit geschaffen und ihre Eigenschaften denen des Wassers und der

nachzuweisen, welche unser Wohnplatz erlitten hat, ehe er zu seinem gegenwärtigen Zustande gelangte; die Erde durch alle ihre plötzlichen und allmähligen, sanften und gewaltsamen Umwandlungen von dem Zustande des Chaos an zu verfolgen und zu zeigen, daß dieselben ihre Ursache nicht in dem Zufalle, sondern in der Thätigkeit eines vernünftigen Wesens hatten, das nach einem höheren Zwecke und nach gewissen Gesetzen wirkt, an welche es sich zu binden beschlossen hat; zu beweisen, daß wir gerade diesen Umwälzungen die schöne Abwechslung von Wasser und Land, von Berg und Thal, von Höhe und Tiefe, und die mannigfaltige Mischung der Fels- und Bodenarten zu verdanken haben, die für das Bestehen der gegenwärtigen Ordnung der Dinge so wesentlich ist, und ohne welche die Welt eine Crystallmasse, oder eine traurige, einförmige Oede wäre, unfähig, die gegenwärtigen Gattungen organischer Wesen zu erhalten, und das Dasein des Menschen — offenbar eines wichtigen Gegenstandes und Zweckes der Schöpfung — von vorne herein unmöglich machend. Dieß ist die Aufgabe des Geologen, und wo sein Geschäft endigt, da, kann man sagen, beginnt das des Meteorologen. Des Letzteren besondere Aufgabe ist es, die Erdkugel in ihrem gegenwärtigen Zustande des Gleichgewichts, sowie die Mittel zu untersuchen, durch welche dasselbe erhalten wird; hauptsächlich die Wirkungen der Wärme und des Lichts, und der mit ihnen zusammenwirkenden Kräfte, zu betrachten; den Gesetzen der Vertheilung und Veränderung dieser wunderbaren Agenten bei der Constituirung des Climas nachzuforschen; kurz, die Wirkungen der Wärme und des Lichts auf das Land, den Ocean und die Luft, und die gränzenlose Mannigfaltigkeit der daraus entstehenden Erscheinungen darzustellen.

Bei ein n so weiten und verschiedenartigen Felde der
ist es nicht leicht, einem Plane vollkommen
en. Denn da es keinen einzigen so ganz iso-
stand giebt, der nicht mehr oder weniger im
ange stände mit den übrigen, so wissen wir kaum,
nfangen sollen. Nach reiflicher Ueberlegung jedoch

Zweites Buch.

Meteorologie.

Enthaltend eine allgemeine Darstellung der Beschaffenheit der Erdkugel, sowie der Vertheilung und gegenseitigen Einwirkung der chemischen Kräfte und Elemente im Haushalte der Natur.

Im ersten Buche haben wir gesucht, von den „Grenzen, welche es der Gottheit gefallen hat, ihrer eigenen Macht vorzuschreiben,“ uns einen Begriff zu bilden, oder mit andern Worten: die Eigenschaften der verschiedenen untergeordneten Kräfte und Elemente unserer Erdkugel, so wie die Gesetze ihrer Wirksamkeit kurz darzustellen. Jetzt schreiten wir zu einer etwas genaueren Betrachtung der allgemeinen Vertheilung jener Kräfte und Elemente, so wie der Grundsätze dieser Vertheilung, welche alle die wunderbaren Ergebnisse, die wir beständig in der Natur um uns her vorgehen sehen, hervorbringt.

Gegenwärtig scheint, wie wir bereits bemerkt haben, das allgemeine Streben der constituirenden Grundstoffe der Welt auf einen Zustand des Gleichgewichts oder der Ruhe gerichtet zu sein. Aber eine auch nur oberflächliche Untersuchung derjenigen Theile der Erdkruste, zu welchen uns der Zugang offen steht, reicht hin, um uns zu überzeugen, daß diese Ruhe nicht immer statt gefunden hat, und also der gegenwärtige Zustand der Dinge einen Anfang gehabt haben muß. Kurz, die Erscheinungen der Geologie zeigen augenscheinlich, daß unsere Erde abwechselnd Zeiträume vergleichungsweiser Ruhe, wie derjenige ist, in welcher wir leben, und Zeiträume der Erschütterung und Umwälzung erlebt hat, in welchen die vorhergehenden Zustände der Ruhe und ihre Folgen mehr oder weniger aufgehoben wurden, und eine neue Ordnung der Dinge begann. Die Aufgabe des Geologen ist es jedoch, die Veränderungen

nachzuweisen, welche unser Wohnplatz erlitten hat, ehe er zu seinem gegenwärtigen Zustande gelangte; die Erde durch alle ihre plötzlichen und allmähligen, sanften und gewaltsamen Umwandlungen von dem Zustande des Chaos an zu verfolgen und zu zeigen, daß dieselben ihre Ursache nicht in dem Zufalle, sondern in der Thätigkeit eines vernünftigen Wesens hatten, das nach einem höheren Zwecke und nach gewissen Gesetzen wirkt, an welche es sich zu binden beschlossen hat; zu beweisen, daß wir gerade diesen Umwälzungen die schöne Abwechslung von Wasser und Land, von Berg und Thal, von Höhe und Tiefe, und die mannigfaltige Mischung der Fels- und Bodenarten zu verdanken haben, die für das Bestehen der gegenwärtigen Ordnung der Dinge so wesentlich ist, und ohne welche die Welt eine Crystallmasse, oder eine traurige, einförmige Oede wäre, unfähig, die gegenwärtigen Gattungen organischer Wesen zu erhalten, und das Dasein des Menschen — offenbar eines wichtigen Gegenstandes und Zweckes der Schöpfung — von vorne herein unmöglich machend. Dieß ist die Aufgabe des Geologen, und wo sein Geschäft endigt, da, kann man sagen, beginnt das des Meteorologen. Des Letzteren besondere Aufgabe ist es, die Erdkugel in ihrem gegenwärtigen Zustande des Gleichgewichts, sowie die Mittel zu untersuchen, durch welche dasselbe erhalten wird; hauptsächlich die Wirkungen der Wärme und des Lichts, und der mit ihnen zusammenwirkenden Kräfte, zu betrachten; den Gesetzen der Vertheilung und Veränderung dieser wunderbaren Agenten bei der Constituirung des Climas nachzuforschen; kurz, die Wirkungen der Wärme und des Lichts auf das Land, den Ocean und die Luft, und die gränzenlose Mannigfaltigkeit der daraus entstehenden Erscheinungen darzustellen.

Bei einem so weiten und verschiedenartigen Felde der Untersuchung ist es nicht leicht, einem Plane vollkommen treu zu bleiben. Denn da es keinen einzigen so ganz isolirten Gegenstand giebt, der nicht mehr oder weniger im Zusammenhange stände mit den übrigen, so wissen wir kaum, wo wir anfangen sollen. Nach reiflicher Ueberlegung jedoch

hervorbrachte, sei unmittelbar die Gottheit selbst gewesen, was sehr wahrscheinlich ist, oder, wie Andere glauben, sie habe durch untergeordnete Kräfte und Gesetze gewirkt; — für unser Argument ist bei beiden Annahmen das Ergebniß das gleiche, da wir nur beweisen wollen, daß die gegenwärtigen Geschlechter der organischen Wesen den gleichen allgemeinen Gesetzen unterworfen sind, wie die unorganischen Stoffe, d. h. daß dieselben gegenwärtig wenigstens eben so beharrlich und dauernd in ihrer Natur sind, als der Zustand des Gleichgewichts, dessen Gesetzen sie gehorchen, und daß folglich keine neuen Pflanzen oder Thiere ohne einen neuen eigentlichen Schöpfungsakt oder wenigstens ohne eine gänzliche Veränderung im Gleichgewichtsverhältnisse hervorgebracht werden können.

Wir haben auf den Anfang der gegenwärtigen Ordnung der Dinge und eine mögliche Veränderung des Gleichgewichts hingewiesen; über diese Puncte sei es uns vergönnt, einige Bemerkungen zu machen. Daß die gegenwärtige Ordnung der Dinge einen Anfang genommen hat und ebenso auch ein Ende nehmen wird, daran ist kein Zweifel. Es fragt sich nun: wann war dieser Anfang, und wann wird dieses Ende eintreten? Von dem Ende können wir natürlich nichts wissen; weniger dunkel ist der Anfang, und der Stoff, so wie die Bildungsart unserer Erde tragen unvertilgbare Spuren an sich, welche ziemlich viel Licht auf diese Frage werfen. Die Auseinandersetzung der Veränderungen aber, die unser Erdball erfahren hat, gehört an einen andern Ort; hier bemerken wir nur, daß dieselben von zweierlei, mit einander abwechselnden, Arten gewesen zu sein scheinen. Die Veränderungen der erstern Art scheinen langsam und allmählig vor sich gegangen zu sein, wie man sich es bei einem Zustand der Dinge vorstellen kann, der mehr oder weniger dem gegenwärtigen ähnlich war und schon eine geraume Zeit gedauert hatte. Die Veränderungen der zweiten Art dagegen waren augenscheinlich gewaltsam, plötzlich und zerstörend, von vergleichungsweise kürzerer Dauer und dem Grad und der Ausdehnung nach völlig verschieden. Im Allgemeinen scheinen sie von innen heraus gewirkt zu haben, ob jedoch ganz durch innere, oder auch

durch äußere Einflüsse, ist unbekannt. Nun ist es aber bemerkenswerth, daß diese auf einander folgenden Abwechslungen jedesmal das Gleichgewichtsverhältniß auf der Erde verändert zu haben scheinen, und daß während des Zustandes relativer Ruhe oder des Gleichgewichts, der zwischen solche Erschütterungen fiel, organische Wesen existirten, welche in diesem eigenthümlichen Zustande des Gleichgewichts leben konnten und die nach einander geschaffen worden sein müssen, außerdem nähern sich die späteren Schöpfungen allmählig den gegenwärtigen an. Demnach scheint nicht allein die Veränderung des Verhältnisses der Organisation und die des Gleichgewichtsverhältnisses zugleich Statt gefunden zu haben, sondern beide scheinen auch stufenweise nach jeder Erschütterung vor sich gegangen zu sein. Die letzte allgemeine Katastrophe der zerstörenden Veränderungen war augenscheinlich eine Fluth. Dieß sind die Schlüsse, welche die Geologen aus einer sorgfältigen Untersuchung des uns zugänglichen Theils unserer Erdrinde gezogen haben; Schlüsse, welche von ungemeiner Wichtigkeit sind. Besonders wird dadurch das Argument des Zweckes in ein neues Licht gestellt und gewinnt nicht wenig an Kraft, indem sich auf diese Art nachweisen läßt, wie mit der jedesmaligen Veränderung des Gleichgewichtszustandes auch die bestehende Ordnung der Dinge verändert und demselben angepaßt wurde. Es ist jedoch hier nicht der Ort, diesen Gegenstand weiter zu verfolgen; weshalb wir zu etwas anderem übergehen.

Viertens. Das Argument des Zweckes, sofern dasselbe mit dem oben behandelten Gegenstande des Gleichgewichts zusammenhängt, läßt sich auch noch aus einem andern Gesichtspuncte betrachten. Wir haben bemerkt, daß in diesem Zustande des Gleichgewichts die Eigenschaften der Körper, wie sich dieselben um uns her finden, einen so passiven Character haben, daß keine derselben vorherrscht oder die andern ausschließt. Erwägen wir nun, daß beinahe alle diese Körper Zusammensetzungen sind und vergleichen deßhalb ihre Eigenschaften mit denen ihrer Grundstoffe, so werden wir nothwendig zu dem Schlusse geführt, daß der Schöpfer mehr die Eigenschaften

der Zusammensetzungen, als die der Grundstoffe im Auge hatte; d. h. damit die Zusammensetzungen vollkommen ihren Zwecken entsprächen, wurden die Grundstoffe derselben wesentlich so geschaffen, wie es jene erforderten, ohne Rücksicht auf die secundären Eigenschaften dieser, deren Gestaltung den allgemeinen Gesetzen der Materie überlassen wurden. So sind z. B. der Wasserstoff im Wasser und das Chlor und Sodium im gemeinen Salze in ihrem einfachen, reinen Zustande im Haushalte der Natur nicht erforderlich; daher wurde auch auf die Verträglichkeit jener Stoffe mit dem organischen Leben keine Rücksicht genommen und alle Aufmerksamkeit, (wenn dieser Ausdruck von den Wirkungen der Gottheit erlaubt ist) bloß auf die Eigenschaften ihrer Zusammensetzungen, Wasser und Salz, gerichtet. Wir sehen demnach einerseits eine augenscheinliche Anpassung der Eigenschaft, wo es erforderlich war, während andrerseits, wo dieß nicht der Fall war, dieselbe unterlassen ist; und dieß gilt nicht allein von dem Wasser und Salze, sondern fast von allen Zusammensetzungen in der Natur. Ja, was noch mehr ist, Alles, was das System stören könnte, ist auf die geschickteste Weise gerade diesen nicht erforderlichen Eigenschaften zugetheilt. Sonach bietet die Einrichtung der Natur, in diesem Lichte betrachtet, nicht allein neue, sondern zugleich die schlagendsten Beweise für das Vorhandensein eines Zweckes dar.

Was die oben erwähnten Störung drohenden Eigenschaften einiger Körper betrifft, so ist dieß ein Gegenstand von großer Wichtigkeit. Wir haben gesehen, daß viele unter den Grundstoffen giftig sind und fast alle, wenn man sie von ihren Verbindungen frei machte und so in die Welt versendete, wie eben so viele losgelassene Dämonen überall Verderben verbreiten würden. Warum waren nun solche unverträgliche Eigenschaften zu denen der Zusammensetzungen nothwendig? Warum mußte z. B. die unverbrennliche Flüssigkeit, Wasser, einen der verbrennlichsten Stoffe in der Natur enthalten? oder das unschädliche, gemeine Salz aus zwei Stoffen zusammengesetzt sein, die getrennt und für sich tödtlich sind? Warum, so fragen wir, sind diese verderblichen Eigenschaften der Grundstoffe nothwendig zu einer ge-

sunden Beschaffenheit der Zusammensetzungen? Welche Rolle haben sie zu spielen, oder welche Eigenschaft wird durch sie hervorgebracht oder verändert? Dieß sind Fragen, welche wir nicht beantworten können, und die uns wohl immer dunkel bleiben werden. Daß aber diese unverträglichen Eigenschaften dennoch auf irgend eine Weise zur Vollkommenheit der Zusammensetzungen beitragen, daran können wir nicht zweifeln, und die einzig mögliche Erklärung einer solchen Unverträglichkeit scheint die zu sein, daß wir dieselbe als eine Folge jener Beschränkungen ansehen müssen, welche Gott seiner Macht vorzuschreiben für gut fand, und an die er sich immer bindet. Mag nun diese Erklärung richtig sein oder nicht, so viel wenigstens ist klar, daß jene Anordnungen, welche so unmittelbar darauf berechnet sind, practische Schwierigkeiten herbeizuführen, die Folge einer Wahl sind. Denn das können wir unmöglich glauben, daß ein allmächtiger Schöpfer die Grundstoffe, wäre es sein Wille gewesen, nicht eben so gut hätte unschädlich machen können, als die Zusammensetzungen; ja unserem beschränkten Verstande muß sogar dieß als das Leichtere und Natürlichere erscheinen. Warum aber wählte er dennoch das scheinbar Schwierigere? Aus keinem andern Grunde, als weil er seine Weisheit offenbaren wollte. Ueberall in der Natur geben eben die Schwierigkeiten, welche nothwendig aus den von uns betrachteten Einrichtungen hervorgehen, Gelegenheit zur Darlegung der bewunderungswürdigsten Macht und Weisheit. Denn anstatt der Unordnung und Verwirrung, die aus so vielen widerstreitenden Elementen hervorgehen sollte, stehen vielmehr ihre Qualitäten und Quantitäten in einem so glücklichen Verhältnisse zu einander, daß sie sich gegenseitig neutralisiren; ein Verhältniß, welches bei allen jenen harmonischen Zustand des Gleichgewichts hervorbringt, der sich so bewunderungswürdig für die Existenz des organischen Lebens eignet.

Fünftens. Wir haben bis jetzt unsere Betrachtungen auf allgemeine Grundsätze und Einrichtungen beschränkt; aber auch der einfachste chemische Prozeß läßt sich benützen, um daraus einen schlagenden Beweis für die Allmacht des Schöpfers herzuleiten. Betrachten wir einmal den bekannten Fall einer chemischen Zer-

setzung, wenn z. B. eine Auflösung von salpetersaurem Silber mit einer Auflösung von gemeinem Salze in Verbindung gebracht wird. Hier vereinigt sich das Chlor des Salzes mit dem Silber und bewirkt einen dicken Niederschlag, der sich auf den Grund setzt, während die Salpetersäure sich mit der Soda verbindet und ein unauflösliches Salz bildet, das im Zustande der Auflösung bleibt. Nun haben wir in einem der früheren Kapitel gezeigt, daß das kleinste Bruchstück der durch unsere Sinne wahrnehmbaren Materie aus unzähligen Moleculen besteht. Denken wir uns daher eine kleine Quantität, etwa eine Unze salpetersaures Silber und eine verhältnißmäßige Quantität gemeines Salz unter einander gemischt, welche zahllosen Myriaden von Moleculen müssen sich hier, in einem fast nicht zu bezeichnenden Zeittheile, bei diesem einfachen Prozesse unter einander aufgesucht haben, damit sich jede mit ihresgleichen verbinden konnte! Der menschliche Geist bebt zurück vor der Betrachtung solcher Gegenstände, welche so weit über seine Kräfte gehen, und bei denen das Höchste, was die Einbildungskraft ersinnen kann, fast nichts ist gegen die Wirklichkeit. Könnten wir uns z. B. denken, es seien alle gegenwärtig lebenden Menschen, vollkommen gleich gekleidet, auf einer weiten Fläche versammelt und führen alle zu gleicher Zeit die gleichen kriegerischen Bewegungen aus, so würde sich diese Anzahl Menschen zu der wirklichen Anzahl von gleichartigen Moleculen, welche sich in dem obigen einfachen Experimente vollkommen gleich bewegen, wahrscheinlich eben so verhalten, wie eine einzelne Compagnie zu unserer gesammten Armee. Eben so befinden sich, um ein anderes bekanntes Beispiel zu wählen, beim Arbeiten einer gewöhnlichen Dampfmaschine mehr selbstrepulsive Moleculen Wasser in beständiger Bewegung und Zusammenwirkung, als es vierfüßige Thiere auf der ganzen Erde giebt! Das Obige soll nur die Grundsätze des Arguments erläutern; dieses selbst beruht, wie alles Vorhergehende, auf einer Masse von Einzelnheiten und läßt sich mehr oder weniger auf jede Wirkung in der Natur anwenden.

Dieß wäre eine kurze Andeutung der Wunder, die uns die Chemie kennen lehrt. Welchen Begriff geben sie uns von der

Weisheit und Allmacht Dessen, der das Ganze erdacht und geschaffen hat, von der Umsicht des ewigen Geistes, der das Universum regiert und zu gleicher Zeit die Bewegung jedes einzelnen Atoms in demselben bewacht und regelt; dem die innerste Natur, der Zweck und Nutzen jedes einzelnen Theils bekannt ist, und in dessen alles umfassender Hand das Ganze nur ein Glied jener großen Kette bildet, deren Anfang und Ende sich für uns in die Unendlichkeit verliert!

setzung, wenn z. B. eine Auflösung von salpetersaurem Silber mit einer Auflösung von gemeinem Salze in Verbindung gebracht wird. Hier vereinigt sich das Chlor des Salzes mit dem Silber und bewirkt einen dicken Niederschlag, der sich auf den Grund setzt, während die Salpetersäure sich mit der Soda verbindet und ein unauflösliches Salz bildet, das im Zustande der Auflösung bleibt. Nun haben wir in einem der früheren Kapitel gezeigt, daß das kleinste Bruchstück der durch unsere Sinne wahrnehmbaren Materie aus unzähligen Moleculen besteht. Denken wir uns daher eine kleine Quantität, etwa eine Unze salpetersaures Silber und eine verhältnißmäßige Quantität gemeines Salz unter einander gemischt, welche zahllosen Myriaden von Moleculen müssen sich hier, in einem fast nicht zu bezeichnenden Zeittheile, bei diesem einfachen Prozesse unter einander aufgesucht haben, damit sich jede mit ihresgleichen verbinden konnte! Der menschliche Geist bebt zurück vor der Betrachtung solcher Gegenstände, welche so weit über seine Kräfte gehen, und bei denen das Höchste, was die Einbildungskraft ersinnen kann, fast nichts ist gegen die Wirklichkeit. Könnten wir uns z. B. denken, es seien alle gegenwärtig lebenden Menschen, vollkommen gleich gekleidet, auf einer weiten Fläche versammelt und führen alle zu gleicher Zeit die gleichen kriegerischen Bewegungen aus, so würde sich diese Anzahl Menschen zu der wirklichen Anzahl von gleichartigen Moleculen, welche sich in dem obigen einfachen Experimente vollkommen gleich bewegen, wahrscheinlich eben so verhalten, wie eine einzelne Compagnie zu unserer gesammten Armee. Eben so befinden sich, um ein anderes bekanntes Beispiel zu wählen, beim Arbeiten einer gewöhnlichen Dampfmaschine mehr selbstrepulsive Moleculen Wasser in beständiger Bewegung und Zusammenwirkung, als es vierfüßige Thiere auf der ganzen Erde giebt! Das Obige soll nur die Grundsätze des Arguments erläutern; dieses selbst beruht, wie alles Vorhergehende, auf einer Masse von Einzelnheiten und läßt sich mehr oder weniger auf jede Wirkung in der Natur anwenden.

Dieß wäre eine kurze Andeutung der Wunder, die uns die Chemie kennen lehrt. Welchen Begriff geben sie uns von der

Weisheit und Allmacht Dessen, der das Ganze erdacht und geschaffen hat, von der Umsicht des ewigen Geistes, der das Universum regiert und zu gleicher Zeit die Bewegung jedes einzelnen Atoms in demselben bewacht und regelt; dem die innerste Natur, der Zweck und Nutzen jedes einzelnen Theils bekannt ist, und in dessen alles umfassender Hand das Ganze nur ein Glied jener großen Kette bildet, deren Anfang und Ende sich für uns in die Unendlichkeit verliert!

Zweites Buch.

Meteorologie.

Enthaltend eine allgemeine Darstellung der Beschaffenheit der Erdkugel, sowie der Vertheilung und gegenseitigen Einwirkung der chemischen Kräfte und Elemente im Haushalte der Natur.

Im ersten Buche haben wir gesucht, von den „Grenzen, welche es der Gottheit gefallen hat, ihrer eigenen Macht vorzuschreiben,“ uns einen Begriff zu bilden, oder mit andern Worten: die Eigenschaften der verschiedenen untergeordneten Kräfte und Elemente unserer Erdkugel, so wie die Gesetze ihrer Wirksamkeit kurz darzustellen. Jetzt schreiten wir zu einer etwas genaueren Betrachtung der allgemeinen Vertheilung jener Kräfte und Elemente, so wie der Grundsätze dieser Vertheilung, welche alle die wunderbaren Ergebnisse, die wir beständig in der Natur um uns her vorgehen sehen, hervorbringt.

Gegenwärtig scheint, wie wir bereits bemerkt haben, das allgemeine Streben der constituirenden Grundstoffe der Welt auf einen Zustand des Gleichgewichts oder der Ruhe gerichtet zu sein. Aber eine auch nur oberflächliche Untersuchung derjenigen Theile der Erdkruste, zu welchen uns der Zugang offen steht, reicht hin, um uns zu überzeugen, daß diese Ruhe nicht *immer* statt gefunden hat, und also der gegenwärtige Zustand der Dinge einen Anfang gehabt haben muß. Kurz, die Erscheinungen der Geologie zeigen augenscheinlich, daß unsere Erde abwechselnd Zeiträume vergleichungsweiser Ruhe, wie derjenige ist, in welcher wir leben, und Zeiträume der Erschütterung und Umwälzung erlebt hat, in welchen die vorhergehenden Zustände der Ruhe und ihre Folgen mehr oder weniger aufgehoben wurden, und eine neue Ordnung der Dinge begann. Die Aufgabe des Geologen ist es jedoch, die Veränderungen

nachzuweisen, welche unser Wohnplatz erlitten hat, ehe er zu seinem gegenwärtigen Zustande gelangte; die Erde durch alle ihre plötzlichen und allmähligen, sanften und gewaltsamen Umwandlungen von dem Zustande des Chaos an zu verfolgen und zu zeigen, daß dieselben ihre Ursache nicht in dem Zufalle, sondern in der Thätigkeit eines vernünftigen Wesens hatten, das nach einem höheren Zwecke und nach gewissen Gesetzen wirkt, an welche es sich zu binden beschlossen hat; zu beweisen, daß wir gerade diesen Umwälzungen die schöne Abwechslung von Wasser und Land, von Berg und Thal, von Höhe und Tiefe, und die mannigfaltige Mischung der Fels- und Bodenarten zu verdanken haben, die für das Bestehen der gegenwärtigen Ordnung der Dinge so wesentlich ist, und ohne welche die Welt eine Crystallmasse, oder eine traurige, einförmige Oede wäre, unfähig, die gegenwärtigen Gattungen organischer Wesen zu erhalten, und das Dasein des Menschen — offenbar eines wichtigen Gegenstandes und Zweckes der Schöpfung — von vorne herein unmöglich machend. Dieß ist die Aufgabe des Geologen, und wo sein Geschäft endigt, da, kann man sagen, beginnt das des Meteorologen. Des Letzteren besondere Aufgabe ist es, die Erdkugel in ihrem gegenwärtigen Zustande des Gleichgewichts, sowie die Mittel zu untersuchen, durch welche dasselbe erhalten wird; hauptsächlich die Wirkungen der Wärme und des Lichts, und der mit ihnen zusammenwirkenden Kräfte, zu betrachten; den Gesetzen der Vertheilung und Veränderung dieser wunderbaren Agenten bei der Constituirung des Climas nachzuforschen; kurz, die Wirkungen der Wärme und des Lichts auf das Land, den Ocean und die Luft, und die gränzenlose Mannigfaltigkeit der daraus entstehenden Erscheinungen darzustellen.

Bei einem so weiten und verschiedenartigen Felde der Untersuchung ist es nicht leicht, einem Plane vollkommen treu zu bleiben. Denn da es keinen einzigen so ganz isolirten Gegenstand giebt, der nicht mehr oder weniger im Zusammenhange stände mit den übrigen, so wissen wir kaum, wo wir anfangen sollen. Nach reiflicher Ueberlegung jedoch

Zweiter Abschnitt.

Vom Ocean.

Die Gewässer des Oceans sind nicht rein, sondern enthalten bekanntlich eine Mannigfaltigkeit aufgelöster Salzstoffe. In der That, wenn man die ungeheure relative Ausdehnung und die allgemeinen Verhältnisse des Oceans bedenkt, so muß man beinahe annehmen, daß seine Gewässer mehr oder weniger von jedem existirenden auflösbaren Grundstoffe enthalten. Bei weitem der vorherrschendste Stoff im Meerwasser ist jedoch das gewöhnliche Salz, welches beinahe zwei Drittheile des ganzen in jenem vorhandenen Salzstoffes ausmacht. Dieser beträgt zwischen drei bis vier Procent, und die specifische Schwere des Wassers variirt, in Folge des verschiedenen Verhältnisses der Salztheile, von ungefähr 1026 — 1030, wenn reines Wasser zu 1000 angenommen wird. Der verstorbene Dr. Marcet hat vor einigen Jahren eine Reihe interessanter Versuche über diesen Gegenstand angestellt, und folgendes sind die allgemeinen Schlüsse, welche er aus denselben zog:

1) Der südliche Ocean enthält mehr Salz als der nördliche in dem Verhältnisse von 1,02919 : 1,02757.

2) Die mittlere specifische Schwere des Meerwassers in der Nähe des Aequators ist 1,02777, d. h. liegt zwischen der der nördlichen und der der südlichen Halbkugel in der Mitte.

3) Es findet keine bemerkbare Verschiedenheit des Seewassers unter verschiedenen Meridianen statt.

4) Im Allgemeinen enthält das Meer desto mehr Salz, je tiefer und vom Lande entfernter es ist; auch nimmt sein Salzgehalt in der Nähe großer Eismassen immer ab.

5) Kleine Binnenseen haben, wenn sie auch mit dem Ocean in Verbindung stehen, doch weit weniger Salz, als dieser.

6) Das mittelländische Meer enthält größere Salzmassen, als der Ocean.

Auf die Salzigkeit des Meeres haben daher, wenigstens an seiner Oberfläche, die Nachbarschaft großer Ströme und beständige Eisanhäufungen bedeutenden Einfluß; und hiedurch kann

welches von der Art ist, daß man sagen kann, beinahe drei Viertheile der Erdoberfläche seien mit Wasser bedeckt, während kaum ein Viertheil aus trockenem Lande besteht. Von diesem liegt bekanntlich bei weitem der größere Theil auf der nördlichen Halbkugel, während auf der südlichen der stille Ocean eine fast ununterbrochene Fläche Wassers darbietet, welche größer ist, als die des ganzen trockenen Landes der Erdkugel zusammen. Nach Humboldts Schätzung verhält sich das trockene Land in den beiden Halbkugeln, wie 3:1, zwischen den Wendekreisen wie 5:4, und außerhalb derselben wie 13:1, indem das Uebergewicht auf der Seite der nördlichen Halbkugel liegt.

Die Erhabenheit des trockenen Landes über die Meeresfläche im Allgemeinen ist sehr verschieden, seine größte Erhabenheit aber in Vergleich mit dem Durchmesser der Erde völlig unbedeutend; und es ist nachgewiesen worden, daß, wenn das ganze trockene Land auf dem Meeresgrunde gleichmäßig vertheilt würde, die Wassermenge mehr als hinreichend wäre, es ganz zu bedecken. Daher kann das trockene Land nur als derjenige Theil der festen Oberfläche unserer Erdkugel betrachtet werden, welcher gerade jetzt über der Wasserfläche liegt, unter die er aber wieder verschwinden kann, wie dieß in verschiedenen früheren Zeiträumen geschah.

Die festen Theile unserer Erde bestehen alle aus mannigfaltigen Verbindungen der in einem früheren Kapitel beschriebenen Elementarstoffe. Die verschiedenen Stellen, welche diese Stoffe in dem Bau der Erde einnehmen, die unermeßlich mannigfaltigen Verhältnisse, in welchen sie existiren, und die grenzenlose Verschiedenheit ihrer Eigenschaften hat der Geolog und Mineralog zu untersuchen und aus einander zu setzen; wir werden daher die Bemerkungen, welche wir über diesen Theil unseres Gegenstandes zu machen haben, vornemlich auf die Gewässer des Oceans und die Atmosphäre beschränken.

Zweiter Abschnitt.

Vom Ocean.

Die Gewässer des Oceans sind nicht rein, sondern enthalten bekanntlich eine Mannigfaltigkeit aufgelöster Salzstoffe. In der That, wenn man die ungeheure relative Ausdehnung und die allgemeinen Verhältnisse des Oceans bedenkt, so muß man beinahe annehmen, daß seine Gewässer mehr oder weniger von jedem existirenden auflösbaren Grundstoffe enthalten. Bei weitem der vorherrschendste Stoff im Meerwasser ist jedoch das gewöhnliche Salz, welches beinahe zwei Drittheile des ganzen in jenem vorhandenen Salzstoffes ausmacht. Dieser beträgt zwischen drei bis vier Procent, und die specifische Schwere des Wassers variirt, in Folge des verschiedenen Verhältnisses der Salztheile, von ungefähr 1026 — 1030, wenn reines Wasser zu 1000 angenommen wird. Der verstorbene Dr. Marcet hat vor einigen Jahren eine Reihe interessanter Versuche über diesen Gegenstand angestellt, und folgendes sind die allgemeinen Schlüsse, welche er aus denselben zog:

1) Der südliche Ocean enthält mehr Salz als der nördliche in dem Verhältnisse von 1,02919 : 1,02757.

2) Die mittlere specifische Schwere des Meerwassers in der Nähe des Aequators ist 1,02777, d. h. liegt zwischen der der nördlichen und der der südlichen Halbkugel in der Mitte.

3) Es findet keine bemerkbare Verschiedenheit des Seewassers unter verschiedenen Meridianen statt.

4) Im Allgemeinen enthält das Meer desto mehr Salz, je tiefer und vom Lande entfernter es ist; auch nimmt sein Salzgehalt in der Nähe großer Eismassen immer ab.

5) Kleine Binnenseen haben, wenn sie auch mit dem Ocean in Verbindung stehen, doch weit weniger Salz, als dieser.

6) Das mittelländische Meer enthält größere Salzmassen, als der Ocean.

Auf die Salzigkeit des Meeres haben daher, wenigstens an seiner Oberfläche, die Nachbarschaft großer Ströme und beständige Eisanhäufungen bedeutenden Einfluß; und hiedurch kann

die geringere Salzigkeit der kleinen Binnenseen, besonders bei hohen Breiten, im Allgemeinen erklärt werden, da die meisten derselben von den in sie fließenden Strömen mit verhältnißmäßig großen Massen frischen Wassers versehen werden. Andererseits hat man den größeren Salzgehalt des mittelländischen Meeres der ungeheuern Ausdünstung seiner Oberfläche zugeschrieben, deren Ursache hauptsächlich in seinem wärmeren Klima zu suchen ist.

Die Salzstoffe des Oceans sind von unberechenbarer Wichtigkeit in dem Haushalte der Natur. So groß in der That ist ihre Bedeutung, daß man zweifeln muß, ob der gegenwärtige Zustand der Dinge ohne sie nur fortbestehen könnte. Genauer werden ihre Wirkungen später untersucht werden: hier bemerken wir bloß, daß sie durch Herabsetzung des Gefrierpunctes des Wassers und durch Verminderung seines Strebens nach Verdünstung die wohlthätigsten Dienste leisten. Ein anderer wichtiger Zweck, zu welchem sie dienen, ist die größere Tragkraft, die sie dem Wasser mittheilen, wodurch die Gewässer des Oceans zur Schiffahrt tauglicher werden. Auch ist damit ihr Nutzen noch nicht zu Ende; denn man hat Grund zu glauben, daß sie in nicht geringem Grade zur Stabilität des Wassers beitragen, und daß ein Ocean von süßem Wasser bald Veränderungen erleiden würde, welche das Bestehen thierischen Lebens in demselben wahrscheinlich unmöglich machten. Die Gewässer eines solchen Oceans könnten sich sogar zersetzen, wodurch sie den übrigen Einrichtungen der Natur ernstliche Störung drohen würden.

Wer will endlich zu behaupten wagen, daß die bestehende, wenn auch scheinbar so unverhältnißmäßige Vertheilung von Wasser und Land für die gegenwärtige Einrichtung der Welt nicht wirklich nothwendig ist? Was würde z. B. geschehen, wenn der stille oder der atlantische Ocean in Festland verwandelt würde? Müßten nicht die Klimate der jetzt bestehenden Festländer, wie wir schon oben andeuteten, durch einen solchen Zuwachs an Land völlig verändert und alle ihre fruchtbaren Gegenden in dürre Wüsten verwandelt werden? Diese, dem

gegenwärtigen Zustande der Dinge offenbar so trefflich angepaßte, Vertheilung von Wasser und Land beruht also großentheils auf der absoluten Quantität des Wassers in der Welt, während andererseits die relative Schwere des Wassers, in Vergleich mit der der Erde, den Ocean trotz seiner unaufhörlichen Bewegung innerhalb seiner bestimmten Grenzen festhält. So hat Laplace gezeigt, daß die Welt beständig der Gefahr ausgesetzt wäre, aus den geringsten Veranlassungen überschwemmt zu werden, wenn die mittlere Dichtigkeit des Oceans die der Erde überschritte. Somit bietet die Anordnung der Quantität und Dichtigkeit des Wassers, in ihrem Verhältnisse zu der der Erde, eines der auffallendsten und schönsten Merkmale des der Einrichtung der Welt zu Grunde liegenden Zweckes dar.

Dritter Abschnitt.
Von der Atmosphäre.

Die ungeheure Masse von Gasstoffen, welche unsere Erde umgibt und gewöhnlich mit dem Namen der Atmosphäre bezeichnet wird, ist, wie wir oben gezeigt haben, hauptsächlich aus zwei Grundstoffen, dem Sauerstoff und dem Stickstoff, zusammengesetzt, und zwar in dem Verhältnisse, daß etwa ein Theil aus dem ersteren und vier aus dem letzteren bestehen. Außer diesen zwei Gasen enthält die Atmosphäre auch eine kleine und vielleicht wechselnde Quantität von kohlensaurem Gas, welche im Durchschnitte etwas weniger als $^1/_{1000}$stel des Ganzen beträgt, und ebenso eine wechselnde, aber gewöhnlich zwischen 1 und $1^1/_2$ Hunderttheilen schwankende Quantität Wasser im Zustande des Dunstes.*) Zu diesen Bestandtheilen

*) Oder, um uns genauer auszudrücken, 1000 Theile atmosphärischer Luft mögen unter den gewöhnlichen Umständen bestehen aus

Sauerstoff	210,0
Stickstoff	775,0
Wasserdunst	14,2
Kohlensäure	0,8
	1000,0

kommen wahrscheinlich noch andere in der Atmosphäre beständig vorhandene Stoffe; denn wie die See von jedem in Wasser auflösbaren Körper ein wenig enthält, so mag auch die Atmosphäre von jedem zur Annahme der Gasform fähigen etwas in sich schließen.

Die Atmosphäre übt auf alle Theile der Erdoberfläche einen Druck oder ein Gewicht aus, im Durchschnitte wie etwa fünfzehn Pfund auf einen Quadratzoll, oder mit andern Worten, wie eine einen Zoll breite und dreißig Zoll hohe Quecksilbersäule. Das bekannte Instrument, der gewöhnliche **Barometer**, oder das **Wetterglas**, besteht aus nichts Anderem, als aus einer solchen Quecksilbersäule, welche durch das Gewicht der Atmosphäre aufwärts in ein Vacuum gedrückt wird. Die Veränderungen, welche beständig in der Höhe dieser Säule stattfinden, kommen bei jedem Körper vor, und wir werden später Gelegenheit haben, auf dieselben zurückzukommen; hier ist nur zu bemerken, daß sie unter den Tropen weit weniger bemerklich sind, als in den gemäßigten Climaten. So wechselt der Barometer zwischen den Wendekreisen gewöhnlich nur etwa um den dritten Theil eines Zolls, während in gemäßigten Himmelsstrichen die Veränderungen den zehnten Theil der ganzen Höhe betragen.

Der Druck der Atmosphäre nimmt ab, sobald wir uns über die Erdoberfläche erheben, und zwar in geometrischer Progression. So ist die Atmosphäre etwa eine Stunde über der Erde nur noch halb so dicht, als auf der Oberfläche derselben, oder gleich einer 15 Zoll hohen Quecksilbersäule; zwei Stunden hoch über der Erde würde der Barometer auf einem Viertheile seiner gewöhnlichen Höhe, oder auf $7\frac{1}{2}$; drei Stunden hoch auf $3\frac{3}{4}$, und fünf Stunden hoch beinahe nur auf 1 Zolle stehen. Daher hat man, obgleich aus verschiedenen Umständen, geschlossen, daß die Atmosphäre sich zwischen 16 und 18 Stunden über die Erdoberfläche ausdehne, wobei aber jedenfalls bei weitem der größere Theil derselben innerhalb der Entfernung von 6 bis 8 Stunden sich befindet. Jedoch muß der Grad der Ausdehnung der Atmosphäre in

verschiedenen Breiten verschieden sein, denn die Umdrehung der Erde um ihre Axe, sowie der größere und unmittelbarere Einfluß der Sonnenhitze in der Nähe des Aequators wird nothwendig zur Folge haben, daß die Atmosphäre in den Aequatorialgegenden höher hinaufreicht, als in den Polarregionen, während sie an den Polen selbst niedriger sein muß, als oberhalb irgend eines andern Theiles der Erdoberfläche.

Sehr verschiedene Ansichten sind von den Gelehrten über die Art und Weise aufgestellt worden, wie die verschiedenen, die Atmosphäre bildenden Stoffe vereinigt seien, indem die Einen behaupteten, dieselben befinden sich in einem Zustande bloßer Mischung, die Andern aber sie als chemisch verbunden betrachteten. Wir haben oben gezeigt, daß bei allen Gaskörpern, wenn sie sich mit einander vereinigen, dieß mit Beziehung auf ihr Volumen geschieht, d. h. daß das Volumen eines Gases sich stets mit einem, zweien oder mehreren gleichen Volumen von demselben, oder einem andern Gase, und nicht mit einem dazwischen liegenden, durch einen Bruch auszudrückenden Quantum vereinigt. Da nun die atmosphärische Luft hauptsächlich aus einem Volumen Sauerstoff und einem Volumen Stickstoff besteht, so ist klar, daß sie — mögen nun ihre Bestandtheile in einem Zustande wirklicher Verbindung sich befinden, oder nicht — wenigstens nach streng chemischen Grundsätzen zusammengesetzt ist, woraus hervorgeht, daß die Vereinigung der Atmosphäre nicht das Werk des Zufalls gewesen sein kann. In dieser Hinsicht kann also die atmosphärische Luft eben so gut als eine chemische Zusammensetzung betrachtet werden, als das Wasser, oder ein ähnlicher Körper; und anstatt die Atmosphäre, einer gangbaren Vorstellung gemäß, als ein mit den dichteren Stoffen durch ein unsichtbares Band verbundenes, rein zufälliges und ungleichartiges Anhängsel zu betrachten, dürfen wir sie unbedenklich unter die constituirenden Grundstoffe unserer Erdkugel rechnen und sie für einen integrirenden Theil des großen harmonischen Ganzen ansehen.

Aber obgleich so die atmosphärische Luft ursprünglich nach

chemischen Gesetzen zusammengesetzt wurde, und diesem Umstande wahrscheinlich großentheils ihre Stabilität verdankt, so ist doch die Art und Weise, wie ihre Bestandtheile vereinigt sind, von der gewöhnlichen sehr verschieden. Die Bestandtheile der atmosphärischen Luft scheinen nemlich gar nicht verbunden, sondern bloß vermischt, oder nur durch einander verbreitet zu sein, auf dieselbe Weise, wie die winzigen Theile des kohlensauren Gases und des Wasserdunstes bekanntlich durch die ganze Atmosphäre verbreitet sind, d. h. nach den Gesetzen der allgemeinen Verbreitung gasartiger Körper, welche wir in einem der früheren Kapitel deutlich zu machen gesucht haben. Darauf müssen wir auch den Leser in Beziehung auf die Einzelnheiten zurückverweisen. Hier bemerken wir bloß, daß der Hauptgrundsatz dieser Erklärung in der Annahme besteht, daß die Moleculen aller Körper im gasförmigen Zustande sich gegenseitig, vor andern, abstoßen, aus demselben Grunde, aus welchem sie sich im festen Zustande gegenseitig, vor andern, anziehen. Wenn daher verschiedene Gaskörper mit einander vermischt sind, so werden sie nicht, wie man erwarten könnte, eine ihrer specifischen Schwere entsprechende Lage annehmen; sondern die Moleculen jeder Gasart werden sich durch den ganzen von der Mischung eingenommenen Raum gleichmäßig verbreiten. Deswegen ist eine unmittelbare und sehr wichtige Folge dieses Gemischtseins der Luftbestandtheile die beinahe gleiche Zusammensetzung der Atmosphäre, wenigstens innerhalb der den Menschen zugänglichen Grenzen; eine Thatsache, welche durch unzählige, in allen Theilen der Erde — sowohl an ihrer Oberfläche, als auf den größten von Menschen bis jetzt erreichten Höhen — vorgenommene Zerlegungen der Luft bestätigt worden ist. Zudem hat jene Mischung der Atmosphäre nicht bloß ursprünglich eine solche Gleichförmigkeit der Zusammensetzung hervorgebracht, sondern sie ist auch die beständig auf die Erhaltung dieser Gleichförmigkeit hinwirkende Ursache — das große Erhaltungsgesetz, das eine ungleiche Vertheilung der Bestandtheile der Atmosphäre verhindert, welche sich dem organischen Leben bald als höchst

gefährlich erweisen würde. Befänden sich die Gasstoffe, aus welchen die Atmosphäre besteht, in einem Zustande noch so loser Verbindung, so könnten sie sich nicht leicht durch einander verbreiten, und theilweise Anhäufungen des einen oder andern von ihnen müßten beständig erfolgen. Aber wenn bei der gegenwärtigen Beschaffenheit der Atmosphäre an einem Flecke ein wenig mehr Sauerstoff verbraucht wird, als an einem andern, so wird die Lücke sogleich aus der Nachbarschaft durch Verbreitung ausgefüllt und das Gleichgewicht in einem merklichen Grade kaum angetastet. Eine andere merkwürdige Wirkung dieses unabhängigen Zustandes der Gasstoffe der Atmosphäre ist die, daß an dem ganzen, von der letzteren ausgeübten Drucke jeder Stoff nach seiner Quantität seinen eigenen Antheil hat. So trägt von den 30 Zollen Quecksilber, welche durch den ganzen atmosphärischen Druck in der Höhe erhalten werden, der Stickstoff $23^{36}/_{100}$ und der Sauerstoff $6^{18}/_{100}$ Zoll, während der Wasserdunst nur $^{44}/_{100}$ und die Kohlensäure noch weniger, nemlich bloß $^{2}/_{100}$ Zoll trägt. Hieraus erhellt, daß die Schwankungen in der Höhe des Barometers, welche in unserer Breite beinahe drei Zoll umfassen, nicht bloß von der Quantität des Wasserdunstes in der Atmosphäre herrühren können; denn, würde dieser Dunst völlig hinweggenommen, so brächte dieß kaum eine Höheverschiedenheit von einem halben Zolle hervor. Wir haben die Aufmerksamkeit des Lesers hierauf aus Gründen gerichtet, welche in einem der späteren Kapitel erhellen werden.

Endlich, wäre die absolute Quantität oder die relative Schwere der Atmosphäre wesentlich anders, als beide jetzt sind, so könnte die gegenwärtige Ordnung der Dinge nicht bestehen. Daher liegen eben so schlagende Beweise für das Vorhandensein vernünftiger Anordnungen in dieser Einrichtung der Atmosphäre, als in denjenigen, auf welche wir oben in Beziehung auf die Quantität und Schwere der Gewässer des Oceans aufmerksam gemacht haben.

Ehe wir jedoch dieses Kapitel schließen, wollen wir die großen Anordnungen, welche wir betrachtet haben, noch einmal prüfend ins Auge fassen. Warum ist die Oberfläche dieser

Erde in Land und Wasser getheilt, warum sind die beiden letzteren so eingerichtet, daß ihr Zustand und ihre Verhältnisse schwerlich einen Wechsel zulassen, ohne zugleich die Zerstörung der ganzen Maschine herbeizuführen? Warum ist ihre gegenwärtige Stabilität so wunderbar gesichert worden? und wiederum in Beziehung auf die Atmosphäre: warum ist eine solche um diese Erdkugel gezogen, und warum sind so augenscheinliche Vorsichtsmaßregeln getroffen worden, um ihre allseitige Verbreitung und gleichmäßige Beschaffenheit zu sichern?

Für sich und ohne Beziehung auf organische Wesen betrachtet, erscheinen alle diese Dinge zwecklos. Diese Erdkugel könnte um das Centrallicht rollen, könnte ihre Stelle im Weltall einnehmen, ohne eine „Sammlung der Wasser“, ohne eine Umströmung von Luft. Aber der Plan des großen Schöpfers beschränkt sich nicht auf die bloße Aneinanderpassung lebloser Stoffe. „Ehe ihr Grund geleget ward,“ hatte er diese Erde mit Leben zu erfüllen beschlossen, und überall hat er seinen ursprünglichen Zweck, sie zu einem passenden Wohnplatze lebendiger Wesen zu machen, deutlich an den Tag gelegt. In dieser Absicht und zugleich in strenger Uebereinstimmung mit denjenigen Gesetzen wirkend, durch welche es ihm gefiel, sich selbst zu beschränken, hat er vermittelst fortlaufender Umwälzungen und Veränderungen die verschiedenen Elemente sich so vermischen und durchdringen lassen, und endlich das trockene Land, vom Wasser getrennt, so eingerichtet, daß, wenn man beide als ein Ganzes und in Beziehung auf die gegenwärtige Ordnung der Dinge betrachtet, ihre gegenseitigen Verhältnisse kaum eine wesentliche Veränderung zulassen werden. Und um sein Werk zu krönen, und seinen Zweck und seine Weisheit noch augenscheinlicher an den Tag zu legen, hat er diese Erdkugel mit einer Atmosphäre umgeben, deren Bestandtheile zur Erhaltung ihrer Gleichartigkeit sich so vereinigten, daß sie dadurch eine Ausnahme von ihren gewöhnlichen Wirkungen und sogar von den allgemeinen Naturgesetzen machten.

Zweites Kapitel

Von der Wärme und dem Lichte, den Arten, ihren Grad zu schätzen, und den Wegen, auf welchen sie verbreitet werden. Von der allgemeinen Temperatur des Himmelsraums und von der Erde ohne Beziehung auf die Sonne.

Erster Abschnitt.

Von der Wärme und dem Lichte, sowie von den Arten, ihren Grad zu schätzen.

Unsere Empfindungen sind ein sehr unvollkommener Maßstab für die Temperatur, und wenn wir uns genau über diese ausdrücken wollen, so müssen wir zu andern Vergleichungsmitteln unsere Zuflucht nehmen. Zur Belehrung des unkundigeren Lesers wollen wir daher für's Erste die Grundsätze, nach welchen der Thermometer, das Instrument zur Messung der Wärme, gebaut ist, kurz aus einander setzen.

Alle Körper werden, wie wir früher gezeigt haben, durch das Steigen ihrer Temperatur mehr oder weniger ausgedehnt. Daher können die beziehungsweisen Grade der Ausdehnung eines Körpers als eine Art von Maßstab für den Grad seiner Wärme betrachtet werden, und die Einrichtung der meisten Thermometer beruht auf diesem Grundsatze. So besteht der gemeine Thermometer bekanntlich aus einer Flüssigkeit, gewöhnlich Quecksilber, welche in eine kleine Glaskugel eingeschlossen ist, deren Höhlung mit einer engen Röhre in Verbindung steht. Nehmen wir an, die Quantität des Quecksilbers und der Umfang der Kugel seien in ein solches Verhältniß zu einander gesetzt, daß, wenn das Instrument auf der einen Seite in Eis, und auf der andern in siedendes Wasser gesetzt würde, die ganze Ausdehnung des Quecksilbers zwischen diesen zwei angegebenen Temperaturen in das Bereich der Röhre fiele. Die Puncte, auf

welchen das Quecksilber in der Röhre in der Gefrier- und Sied-Temperatur steht, sind genau zu bemerken, und der Zwischenraum auf der der Röhre angefügten Scala ist in 180 gleiche Theile oder Grade abzutheilen; der Gefrierpunct ist mit 32°, und folglich der Siedpunct mit 180° darüber, also mit 212° zu bezeichnen. Von dieser Art ist Fahrenheits Scala, die einzige, welche in England gebraucht wird. Im Auslande hat man verschiedene Scalen; so ist in Schweden, Frankreich und in andern Ländern der sogenannte hunderttheilige Thermometer allgemein eingeführt. An diesem wird der Gefrierpunct mit 0 und der Siedpunct mit 100 bezeichnet. In andern Theilen des Festlandes ist die Scala von Reaumur sehr gebräuchlich. An dieser ist der Gefrierpunct, wie bei der hundertgradigen, 0, der Siedpunct aber bloß 80. Diese verschiedenen Gradeintheilungen lassen zwar sich leicht auf einander zurückführen, aber dennoch ist ihr Bestehen sehr zu bedauern, da sie große Verwirrungen und Mißverständnisse veranlassen.

Das Instrument, das man zur Messung der Intensität des Lichts gebraucht, wird Photometer genannt, und verschiedene Formen sind für dasselbe vorgeschlagen worden, welche aber bis jetzt noch alle sehr unvollkommen sind.

Zweiter Abschnitt.

Von der Fortpflanzung der Wärme und des Lichts.

Die verschiedenen Arten, auf welche die Wärme und das Licht von einem Körper zum andern und durch den nemlichen Körper verbreitet werden, sind bereits auseinandergesetzt worden, und wir haben nicht nöthig, hier wieder in Einzelnheiten einzugehen. Jedoch mag eine kurze Aufzählung der Wege, auf welchen sich die Wärme und das Licht unter den Gegenständen der Natur fortpflanzen, den unerfahreneren Lesern nicht unerwünscht sein.

Die Wärme kommt durch Ausstrahlung von der Sonne auf die Erde und wird durch denselben Prozeß von der Oberfläche der letzteren in die Atmosphäre verbreitet. Unter der Erdoberfläche wird sie vermittelst der Wärmeleitung nach allen Richtungen durch die festen Stoffe fortgepflanzt. Eine dritte Art, auf welche dieses wichtige Agens in der Natur weit verbreitet wird, ist das, was wir die Wärmezuführung genannt haben. Diese beschränkt sich auf Flüssigkeiten, wie Wasser und Luft. Ein Theil Wasser oder Luft, welcher oben erwärmt, oder unten abgekühlt wird, dehnt sich aus, oder zieht sich zusammen, und indem er so spezifisch leichter oder schwerer wird, steigt oder fällt er verhältnißmäßig, und führt die neuerlangte Temperatur, was für eine diese nun sein mag, mit sich. Das Licht breitet sich, soviel man bis jetzt weiß, nur durch Ausstrahlung fort.

Behält der Leser diese Arten der Fortpflanzung des Lichts und der Wärme im Gedächtniß, so wird er das Folgende ohne Schwierigkeit verstehen.

Dritter Abschnitt.

Von der Temperatur der Himmelsgegenden.

Aus dem engen Verhältnisse, welches zwischen Licht und Wärme stattfindet, und aus ihrem beinahe unveränderten Beisammensein, wie wir es um uns her bemerken, scheint man nicht ohne Grund schließen zu dürfen, daß diese Agenzien überall in der Natur verbunden seien, und daß, wo das eine ist, auch das andere sein müsse. Ist dieß wirklich der Fall, so muß man annehmen, daß die unzähligen Firsterne, die man für eben so viele Sonnen hält, nicht minder Wärme als Licht durch den Himmelsraum verbreiten, und daß es folglich einen gewissen Temperaturgrad giebt, welcher dem Ganzen gemeinsam ist. Aus diesem Grunde, sowie aus andern, welche angeführt werden könnten, haben Gelehrte nicht bloß das

Vorhandensein einer solchen gemeinsamen Temperatur des Himmelsraums, unabhängig von unserer Sonne, angenommen, sondern sogar ihren Grad zu bestimmen gesucht. Zudem stimmen alle die verschiedenen Mittel, welche zur Schätzung dieser Temperatur angewendet worden sind, merkwürdiger Weise darin überein, daß dieselbe nicht viel von 58° nach Fahrenheits Scala verschieden sei. Daher nimmt man an, die Temperatur des Raumes betrage etwa 90° unter dem Gefrierpuncte des Wassers; ein Grad von Kälte, der nicht viel niedriger ist, als der, auf welchem das Quecksilber fest wird. Existirt eine solche gemeinsame Temperatur wirklich im Raume, oder wenigstens in unserem Planetensysteme, so muß sie keinen unbedeutenden Einfluß auf die Temperatur der Planeten überhaupt haben und in Beziehung auf unsere Erdkugel insbesondere die Intensität der Kälte um die Pole vermindern.

Vierter Abschnitt.

Von der Temperatur des Innern der Erde.

Die Aufmerksamkeit der Gelehrten hat sich seit einigen Jahren großentheils auf die innere Temperatur der Erde in großen Tiefen, jenseits des Einflusses der Sonne und jeder andern äußern Ursache, gerichtet. Schon seit den ältesten Zeiten scheinen gewisse unbestimmte Vorstellungen von einer Centralwärme unter den Menschen existirt zu haben, welche ohne Zweifel aus den Erscheinungen der Vulcane und heißen Quellen entstanden; aber erst in einer verhältnißmäßig späten Periode wurde der Gegenstand sorgfältiger untersucht. Die Beweise, welche man zu Gunsten der Wahrscheinlichkeit einer Centralwärme geführt hat, beruhen

1) auf gewissen in Bergwerken angestellten Experimenten, welche, obgleich sie aus verschiedenen Gründen der Gefahr der Täuschung ausgesetzt sind, doch stets, besonders die in

Felsen angestellten, darzuthun scheinen, daß die Temperatur von der Erdoberfläche abwärts zunimmt; — 2) auf dem Dasein von warmen Quellen, welche man nicht bloß zwischen thätigen und erloschenen Vulcanen in Menge findet, sondern auch in allen Arten von Felsen in verschiedenen Theilen der Welt trifft; — 3) auf dem Vorhandensein der Vulcane selbst, welche über die Erde vertheilt sind und eine solche allgemeine Aehnlichkeit mit einander darbieten, daß man schließen darf, eine gemeinsame und wahrscheinlich tiefliegende Ursache habe sie hervorgebracht; — und endlich, 4) auf der Erdtemperatur in verhältnißmäßig geringen Tiefen, welche mit der mittleren Temperatur der Luft über ihr nicht zusammentrifft.

Dieß ist ein Abriß der Hauptbeweise, welche zur Unterstützung der Meinung, daß im Schoße unserer Erde eine Centralwärme von großer Intensität bestehe, vorgebracht worden sind. Als weitere Stütze hiefür kann auch noch die Beschaffenheit der fossilen Pflanzen- und Thier-Ueberreste, welche man in den kälteren Gegenden der Welt findet, angeführt werden. Diese Beschaffenheit setzt nemlich außer Zweifel, daß jene Pflanzen und Thiere in einem weit heißeren Clima existirt haben müssen, als das ist, worin ihre Ueberreste gefunden werden, ja in einem Clima von gleicher, wenn nicht von größerer Hitze als die, welche gegenwärtig unter den Wendekreisen herrscht. Hieraus wurde geschlossen, daß die Temperatur der Erde, welche früher weit höher stand als jetzt, sich allmählig in die benachbarten Planetarräume zerstreut und so das Steigen der allgemeinen Temperatur, von welcher oben die Rede war, habe befördert. Ueberdieß hat Baron Fourier, welchem hauptsächlich wir diese Beobachtungen verdanken, zu zeigen gesucht, daß die Erde die Grenze ihrer Abkühlung, besonders an der Oberfläche, beinahe erreicht habe. An der Oberfläche mußte die Temperatur nothwendig weit schneller abnehmen, als im Innern, wo, bei einer Kugel von der Größe der Erde, die Temperatur eine sehr große Zeitlänge hindurch beinahe unverändert bleiben mußte. Derselbe ausgezeichnete Gelehrte hat auch nachzuweisen gesucht, daß

auf die Temperatur der Oberfläche das allmählige Verschwinden der Wärme aus dem Innern, welches beständig fortzudauern scheine, stets Einfluß habe; und daß die Temperatur der Oberfläche auf diese Weise etwas höher stehe, als dieß der Fall wäre, wenn eine solche Centralwärme nicht existirte, oder wenn die Temperatur der Erdoberfläche bloß von der Wirksamkeit der Sonne abhinge. Hiemit kommen wir auf den eigentlichen Anfang dieser Abhandlung über Meteorologie, nemlich auf die Betrachtung des gegenwärtigen Zustandes der Erdtemperatur, sofern diese von der Sonne, dieser großen Quelle der Wärme und des Lebens unseres Systems, abhängig ist.

Ehe wir jedoch weiter gehen, müssen wir bemerken, daß die Einzelnheiten des so eben abgehandelten Gegenstandes ganz in das Gebiet der Geologie fallen. Diese hat, wie wir schon oben bemerkten, nicht bloß die wunderbaren Veränderungen darzustellen, welche mit unserer Erdkugel vorgegangen sind, bis sie zu ihrem gegenwärtigen Zustande gelangte, sondern sie hat auch nachzuweisen, wie bewundernswürdig die Einrichtung der organischen Wesen den jedesmaligen äußeren Verhältnissen der verschiedenen Epochen angepaßt war. Von diesem Gesichtspuncte aus betrachtet, ist die Geologie ein Gegenstand vom höchsten Interesse und von der größten Wichtigkeit, und, um mich der Worte eines ausgezeichneten Gelehrten zu bedienen, mit welchen wir dieses Kapitel schließen wollen: — „sie leistet der Lehre von den Endursachen eine große und unerwartete Hülfe; denn sie hat nicht bloß durch Lieferung neuer und schlagender Beispiele einen weiteren Beweis für die Einrichtung des Mechanismus zu einem bestimmten Zwecke und für die Erreichung dieses Zweckes beigebracht, sondern auch dargethan, daß die nemliche durchgängig thätige Grundursache, welche ihre Macht jetzt offenbart, dieselbe nicht minder in Zeiträumen geoffenbart hat, welche über die Grenzen unseres Daseyns weit hinausreichen.“

„Aber trotz allem diesem,“ fährt unser Schriftsteller fort, „haben gewisse Leute, welche in den Werken der Natur nichts

als Gleichförmigkeit und Causalzusammenhang sahen, (aus einem, meiner Meinung nach, mißverstandenem Eifer für die Ehre der geoffenbarten Wahrheit) behauptet, daß der Beweis aus den Endursachen nur das Daseyn einer ruhenden Intelligenz darthue. Ich für meine Person kann auf diese Einwendung kein großes Gewicht legen. In der Geologie aber können wir derselben durch einen andern directen Beweis begegnen; denn wir finden nicht bloß in unsern Formationen nach mechanischen Gesetzen gebaute Organe, sondern in verschiedenen Epochen der Geschichte der Erde treffen wir auf große Veränderungen der äußeren Verhältnisse und diesen entsprechende Veränderungen des organischen Baus, und alles dieses ohne den Schatten eines Beweises, daß eine Ordnung der Dinge die nothwendige Ursache der andern gewesen wäre. Dennoch waren bei allen diesen Veränderungen die Organe, so weit wir ihren Nutzen verstehen, immer gerade solche, welche zu den Verrichtungen des Wesens am besten paßten. Auf diese Weise kommen wir nicht bloß auf eine Intelligenz, welche Mittel zur Hervorbringung einer bestimmten Wirkung benützte, sondern auf eine solche, welche in verschiedenen Zeiten und Perioden einen, dem Wechsel der äußeren Verhältnisse entsprechenden Wechsel des Mechanismus bewerkstelligte. Wenn dieß nicht die Wirkung einer in die Zukunft blickenden, thätigen Intelligenz ist, was sollen wir dann darunter verstehen?“

Drittes Kapitel.

Von der Temperatur der Erde an ihrer Oberfläche, in ihrer Abhängigkeit von der Sonne.

Die allgemeine Temperatur der Erde wird ohne Zweifel durch ihre Stellung im Weltall und insbesondere durch ihr

Verhältniß zur Sonne bestimmt. Diesem Verhältnisse sind alle Eigenschaften ihrer constituirenden Stoffe, wie jedem einleuchten muß, mit der höchsten Weisheit angepaßt, so daß die einen fest, die andern flüssig, die andern gasförmig sind, je nach den Zwecken, welche sie in der Natur erfüllen sollen.

Aber die Wärme und das Licht, welche von der Sonne herrühren, sind auf der Oberfläche der Erde sehr ungleich vertheilt, und allgemein bekannt ist, daß, wenn wir uns von dem Aequator nach Norden oder Süden wenden, die Temperatur der Erdoberfläche allmählig abnimmt, bis wir in die Polargegenden kommen.

Dieß ist die allgemeine Thatsache. Allein die Umstände, welche an dieser stufenmäßigen Vertheilung der Temperatur Antheil haben, sind so zahlreich und von so großem Einflusse, daß die wirkliche Temperatur eines Orts nur durch Beobachtung erfahren werden kann. Zu diesen besonderen Umständen gehört die Beschaffenheit der Oberfläche, ob sie in Wasser oder Land besteht, sowie ihre größere oder geringere Erhabenheit über den Meeresspiegel. Dazu kommen die besondere Gestaltung und die geographischen Verhältnisse der Oerter, z. B. ob sie gegen Norden oder Süden liegen, ob sie geschützt oder ausgesetzt sind, wie beschaffen die Zusammensetzung und Natur des Bodens, besonders seine Farbe und die Art der Aggregation ist, wovon seine Fähigkeit abhängt, Wärme und Licht zu absorbiren und aufzufangen, die Feuchtigkeit festzuhalten oder von sich zu geben u. s. w.; auch die Nähe und Entfernung von Seen, das Vorherrschen gewisser Winde, häufige Wolken, Nebel u. s. w. Diese und unzählige andere Umstände, von welchen sich manche in den folgenden Capiteln herausstellen werden, tragen dazu bei, die Temperatur der verschiedenen Oerter zu influenziren und sie offenbar eben so mannigfaltig zu machen, als die Oerter selbst sind.

Auch ist die Verschiedenheit eines Ortes nicht die einzige Ursache der Verschiedenheit der Temperatur, indem diese bekanntlich an dem *nemlichen* Orte in einem beständigen Wechsel begriffen ist. Um uns daher von der Temperatur eines gegebenen Orts oder einer Zeit richtige Begriffe bilden

zu können, bedürfen wir gewisser Hülfsmittel, welche wir nun zuerst zu betrachten haben.

Erster Abschnitt.

Von der mittleren Temperatur.

Wenn wir an einem gegebenen Tage die Temperatur auf der Erdoberfläche am Anfange einer jeden der 24 Stunden beobachten, so werden wir finden, daß sie zu jeder Stunde verschieden ist, und die Frage ist nun natürlich, welche von allen diesen Temperaturen als die characteristische des Tags und Orts betrachtet werden soll? Die Antwort auf diese Frage ist: diejenige Temperatur, welche von den Extremen gleichweit entfernt ist, oder, wie sie gewöhnlich bezeichnet wird, die mittlere Temperatur des Ganzen. Diese gewinnt man aber dadurch, daß man alle Ergebnisse zusammen addirt, und die Summe mit der Zahl der Beobachtungen dividirt. So erhalten wir die mittlere Temperatur eines Tages, indem wir die zu verschiedenen Stunden desselben beobachteten Temperaturen zusammen addiren, und die Summe mit der Zahl der Beobachtungen dividiren. Indem wir ferner die mittleren Temperaturen aller Tage einer Woche oder eines Monats zusammen addiren und diese Summe mit der Zahl der Tage dividiren, kommen wir auf die mittlere Temperatur der Woche oder des Monats, und indem wir eben so mit den mittleren Temperaturen der Monate oder einer Anzahl Jahre verfahren, erhalten wir die mittlere Temperatur des Jahres an einem gegebenen Orte, wobei zu bemerken ist, daß, je zahlreicher die Beobachtungen sind, desto genauer das mittlere Resultat sich herausstellen wird.

Endlich machen wir den Leser darauf aufmerksam, daß der Meteorolog unter der Temperatur stets die der Luft an der Erd-Oberfläche versteht, wie sie von einem vor Ausstrahlung und jedem fremden Einflusse sorgfältig geschützten Thermometer angezeigt wird. Eine ganz andere Temperatur gibt ein Thermometer an, der den Sonnenstrahlen ausgesetzt ist

und seinerseits, wenn die Sonne nicht scheint, frei ausstrahlen kann; die Temperatur eines solchen wird sehr genau mit der wirklichen der Erdoberfläche zusammentreffen, wenn diese ebenso ausgesetzt ist. Die unter diesen Umständen sich herausstellenden Schwankungen der Temperatur sind weit größer, als die oben erwähnten der Luft, obgleich das mittlere Resultat des Ganzen solcher Beobachtungen, wenn es genau erhalten werden könnte, von dem mittleren der Beobachtung in der Luft wahrscheinlich wenig verschieden wäre.

Zweiter Abschnitt.

Von der gegenwärtigen Vertheilung der Temperatur auf der Erde. Von den Isothermallinien u. s. w. Climate.

Vorausgesetzt wird bei dem Leser die Bekanntschaft mit den Grundsätzen der gewöhnlichen Eintheilung der Erdoberfläche in fünf Zonen oder Theile, welche die heiße, die zwei kalten und die zwei mittleren oder gemäßigten Zonen genannt werden, und daß im Allgemeinen die Pole und der Aequator die äußersten Temperaturen darbieten. Da nun gerade diese letzteren unsere Aufmerksamkeit besonders in Anspruch nehmen müssen, so wollen wir zuerst die Temperatur der Polar- und der Aequatorialgegenden betrachten.

Von der Temperatur der Pole und der Polargegenden. — Die wahrscheinliche mittlere Temperatur der Pole war von jeher ein wichtiger Gegenstand meteorologischer Untersuchungen. Jedoch muß man gestehen, daß es nach Allem dem, was in den letzten Jahren von unsern unternehmenden Landsleuten geschah, noch sehr viel braucht, um uns zu befriedigenden Schlüssen zu befähigen. So ist gezeigt worden, daß, wenn man die Temperatur des Nordpols zu berechnen versucht, sehr verschiedene Ergebnisse sich zeigen, je nachdem man die Temperatur der alten oder die der neuen Welt zu Grunde legt, indem nach der ersteren die Temperatur des Pols unge-

fähr 10° beträgt, während sie nach der letzteren weit unter Null steht. Hieraus hat man geschlossen, daß es zwei Puncte oder Pole von der größten Kälte gebe, welche sich ungefähr in der Breite von 80° nördlich und in den Längen von 95° östlich und 100° westlich befinden, und daß folglich der geographische Pol der Erdkugel nicht der kälteste Punct der nördlichen Hemisphäre sei. Ob diese Annahme gegründet ist oder nicht, muß erst noch durch künftige Beobachtungen entschieden werden. Bis jetzt kann man die Temperatur der Polargegenden noch nicht als ausgemacht betrachten.

Obgleich wir somit nicht im Stande sind, die Temperatur der Polargegenden mit Sicherheit anzugeben, so mag es nichts desto weniger interessant erscheinen, die niedrigsten Temperaturen, welche man bemerkt hat, kennen zu lernen. Die niedrigsten Ergebnisse authentischer Temperatur-Beobachtungen, welche wir besitzen, sind vielleicht die von Capitän Parry auf der Insel Melville aufgezeichneten. Hier stand der Thermometer auf dem Schiffe oft auf 50° und in einiger Entfernung vom Schiffe sogar auf 55° unter Null. Zwar meinen wir von der Angabe noch niedrigerer Temperaturen gehört zu haben, aber wahrscheinlich kann man sich nicht darauf verlassen. Der größte Kältegrad, den man bis jetzt künstlich hervorgebracht hat, war 91° unter Null.

Von der mittleren jährlichen Temperatur unter dem Aequator. — Die Erforschung der mittleren jährlichen Temperatur der Polar- so wie der Aequatorialgegenden ist eine wichtige Aufgabe der Meteorologie. Humboldt setzte die mittlere Aequatorial-Temperatur auf 81½° fest, und ebenso ist sie von Andern angenommen worden. Untersuchungen haben jedoch neuerdings gezeigt, daß sie so 3 bis 4° zu niedrig angeschlagen ist; Humboldt dagegen beharrt auf seiner früheren Ansicht. Da unter dem Aequator nur etwa ⅙ des ganzen Umkreises der Erdkugel trockenes Land ist, so ist die allgemeine Aequatorial-Temperatur, wie sie sich in der Wirklichkeit darstellt, vielleicht niedrigerer, als sie nach der Theorie sein sollte und sicher weit niedrigerer, als man aus Beobachtungen schließen sollte, welche

auf dem Festlande in der Nähe des Aequators angestellt worden sind. So beträgt die mittlere Temperatur von Pondichery in der Breite von 11° 55′ nördlich wenigstens 85°, und würde nun aus ihr auf die Temperatur des Aequators nach den gewöhnlichen Grundsätzen geschlossen, so fiele das Resultat viel zu niedrig aus. Wie in Beziehung auf die Polargegenden, so besitzen wir auch zu einer vollkommen befriedigenden Bestimmung der Aequatorial-Temperatur nicht die erforderlichen Data.

Als von den Polargegenden die Rede war, gaben wir den niedrigsten bis jetzt beobachteten Temperaturgrad an; vielleicht mag es hier, wo wir von den Aequatorialgegenden sprechen, nicht unpassend erscheinen, die höchste Temperatur anzugeben. Da sich übrigens derlei Beobachtungen hauptsächlich auf die zufälligen Bemerkungen von Reisenden gründen, so darf man sich im Allgemeinen nicht viel auf sie verlassen, oder sie müssen nur als Annäherung betrachtet werden. So ist in Benares der Thermometer als auf 110°, 113° und sogar 118° stehend beobachtet worden. In Sierra Leone wies er, wenn man ihn auf den Boden stellte, eine Temperatur von 138°. Auch Humboldt giebt viele Beispiele an, wo die Temperatur der Erdoberfläche 118°, 120° und 129° betrug; und einmal fand er, daß die Temperatur eines losen und groben Granitsands sich auf 140° belief, während zu gleicher Zeit der Thermometer in der Sonne nur eine Temperatur von ungefähr 97° anzeigte.

Von der Temperatur der mittleren Gegenden der Erdkugel. Von den Isothermallinien u. s. w. — In Beziehung auf die Temperaturen der Erdtheile zwischen den Polen und dem Aequator mag bemerkt werden, daß die oben erwähnte alte Eintheilung der Erdoberfläche in Zonen, durch die genauere und natürlichere sogenannte Isothermal-Eintheilung jetzt beinahe völlig verdrängt ist. Nach der letzteren werden alle Oerter der Erde, welche dieselbe jährliche mittlere Temperatur haben, in Classen zusammengeordnet; und Linien, welche auf einer Karte durch solche Reihen von Oertern gezogen werden, nennt man Isothermallinien, d. h. Linien von gleicher Tem-

peratur. Wie nach dem bereits Bemerkten zu erwarten steht, ist der Lauf dieser Linien keineswegs regelmäßig. So sollen zwei Reisende, der eine von London, der andere von Paris abgehen und beide alle die Oerter auf der nördlichen Halbkugel besuchen, an welchen die mittleren jährlichen Temperaturen dieselben sind, wie in jenen zwei Städten. Hiebei wird es sich finden, daß die Linien ihrer Reiserouten oder die Isothermallinien dieser zwei Städte nicht bloß den Parallelen ihrer Breite nicht folgen, sondern auch einander nicht parallel sein werden, und eben dasselbe gilt von irgend welchen zwei andern Oertern der Erdkugel. Weil daher die Isothermallinien eben so zahlreich sind als die Oerter und ebenso mannigfaltig als zahlreich, so haben die Geographen sie in Gürtel oder Zonen gruppirt. So hat Humboldt, welchem wir sehr viel von dem, was hiefür geschehen ist, verdanken, die nördliche Halbkugel in folgende sechs Isothermalgürtel oder Zonen eingetheilt, nemlich:

1) die Zone von einer mittleren jährlichen Temperatur v. 32° bis 41°.
2) = = = = = = = = 41° = 50°.
3) = = = = = = = = 50° = 59°.
4) = = = = = = = = 59° = 68°.
5) = = = = = = = = 68° = 77°.
6) = = = = = = = = 77° aufwärts.

Wir wollen uns übrigens mit einer kurzen annähernden Nachweisung des Laufes der interessantesten dieser Linien begnügen, nemlich der Isothermallinie von 32°. Wenn wir dieser von den östlichen Theilen Sibiriens in einer Länge von 130° östlich folgen, so werden wir finden, daß sie in diesem Meridian etwa in der Breite von 59° nördlich anfängt, von wo aus sie sich allmählig nördlich wendet, und den Parallelkreis von 60° ungefähr in der Länge von 90° durschneidet. Von diesem Puncte aus geht sie noch weiter nördlich, und den nördlichen Polarkreis in einer Länge von 45° östlich durchschneidend, erreicht sie ihren nördlichsten Punct ungefähr in einer Breite von 67½° und einer Länge von 10° östlich. Von hier aus wendet sie sich allmählig südlich, durchschneidet wieder den nördlichen Polarkreis in einer Länge von 15° westlich, und durch den nordwestlichen Theil

Island gehend schneidet sie den Parallelkreis von 60° in einer Länge von 42° westlich. Von da aus kommt sie weiter südlich bis zu der Breite von 54°, ein wenig nördlich von Table Bay auf Labrador, und wendet dann allmählig ihren Lauf, bis sie in einer Länge von 100° westlich in den mittleren Theilen des neuen Festlandes anlangt. Die Isothermallinie von 32° zieht sich also durch einen Raum von 14° oder 15° Breite, während ihr westliches Ende in den mittleren Theilen Amerikas 5° oder 6° näher am Aequator ist, als ihr östliches Ende in Sibirien — ein Umstand, welchen die größere Kälte des neuen Festlandes in derselben Breiteparallele hinreichend erklärt. Die übrigen Isothermallinien können wir hier nicht näher beschreiben: das Bemerkenswertheste an ihnen ist, daß sie, wenn sie sich dem Aequator nähern, allmählig weniger convex gegen Norden werden, so daß die Isothermallinie von 77° sich nur wenig von einer, mit dem Wendekreise des Krebses zusammentreffenden, geraden Linie unterscheidet.

Bei der oben beschriebenen Anordnung wird die Gesammtheit der mittleren Temperaturen des ganzen Jahres vorausgesetzt, aber es ist klar, daß derselbe Grundsatz auch auf einen bloßen Theil des Jahres angewendet werden kann, z. B. auf die äußerste Winter- und Sommertemperatur. Diese Classificationen sind, wie wir jetzt sehen werden, von großer Wichtigkeit zur Bestimmung des besonderen Characters eines Landes. Linien, die durch Oerter gezogen werden, welche dieselben Sommer- und Winter-Temperaturen haben, nennt man Isotheral- und Isocheimallinien, während solche, die durch Oerter gezogen werden, welche andere Temperaturen gemeinschaftlich haben, andere entsprechende Namen führen.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen lassen wir hier einen allgemeinen Abriß von der Vertheilung der Temperatur auf der nördlichen Halbkugel folgen, welchen wir mit Humboldts Worten geben wollen.

„Europa im Ganzen," sagt dieser ausgezeichnete Gelehrte, „hat im Vergleich mit den östlichen Theilen Amerikas und Asiens ein Insular-Clima; und auf derselben Isothermallinie werden

die Sommer wärmer und die Winter kälter, jemehr wir von dem Meridian des Montblanc gegen Osten oder Westen uns wenden. Amerika kann als die westliche Verlängerung des alten Festlandes betrachtet werden, und die westlichen Theile aller Festländer sind unter gleichen Breiten nicht bloß wärmer als die östlichen Theile, sondern sogar in den Zonen von gleicher jährlicher Temperatur sind an den Ostküsten der zwei Festländer die Winter strenger und die Sommer heißer, als an den westlichen. Der nördliche Theil China's, so wie die atlantische Gegend der vereinigten Staaten, bietet scharf contrastirende Jahreszeiten dar, während die Küsten von Neu-Californien und von Columbia beinahe gleich gemäßigte Winter und Sommer haben. Die meteorologische Beschaffenheit nordwestlicher Länder ist der Europa's unter 50° bis 52° Breite ähnlich. Vergleicht man in den zwei Climasystemen die concaven und die converen Spitzen derselben Isothermallinien, so finden wir in Neuyork den Sommer von Rom und den Winter von Kopenhagen; zu Quebeck aber den Sommer von Paris und den Winter von St. Petersburg. Auch zu Peking, das die mittlere Jahrestemperatur der Küsten von Britannien hat, ist die glühende Sommerhitze größer als in Cairo und der Winter nicht minder streng, als in Upsala. Ebenso herrscht in Moskau, dem Mittelpuncte Rußlands, dieselbe Sommertemperatur, wie gegen die Mündung der Loire, trotz einem Unterschiede von 11° Breite; eine Thatsache, welche die Wirkungen der Ausstrahlung der Erde auf einem weiten, von Bergen entblößten Festlande auffallend zeigt. — Diese Aehnlichkeit zwischen den östlichen Küsten Asiens und Amerika's beweist genügend," fährt Humboldt fort, "daß die Ungleichheiten der Jahreszeiten von der Verlängerung und Ausbreitung der Festländer gegen den Pol, von dem Umfange der Seen im Verhältniß zu ihren Küsten und von dem Vorherrschen der Nordwestwinde, nicht aber von der Nähe bedeutender Landhöhen in der Nachbarschaft herrühren. Die große Fläche Landes in Asien reicht nicht über 52° Breite hinaus, und in dem Innern des neuen Festlands sind alle die ungeheuren, durch die Kette der Alleghani's und die Rocky Mountains be-

grenzten Ebenen nicht mehr als 656 bis 920 Fuß über der Meeresfläche erhaben."

Die folgenden Bemerkungen beziehen sich auf die Temperatur der südlichen Halbkugel.

Die Temperaturen der nördlichen und der südlichen Halbkugel sind bedeutend verschieden. Diese Verschiedenheit beruht jedoch, wie wir sogleich darthun werden, nicht auf einem wesentlichen Unterschiede in dem Verhältnisse der von der Sonne herrührenden Wärme und des Lichts, sondern rührt von der sehr ungleichen Vertheilung von Wasser und Land auf den beiden Halbkugeln her, indem die kleine Quantität Landes auf der südlichen zur Ausgleichung der Jahreszeiten beiträgt.

Humboldt hat gezeigt, daß am Aequator je 40° bis 50° südlich die gleichen Isothermallinien auf beiden Halbkugeln beinahe gleichweit von den Polen entfernt sind; und daß, wenn man nur die transatlantischen Climate zwischen 70° und 80° westlicher Länge in Betracht zieht, die mittleren Jahrestemperaturen, bei entsprechenden geographischen Parallelen, auf der südlichen Halbkugel sogar noch größer sind als auf der nördlichen. Also mehr die Vertheilung der Wärme zwischen den verschiedenen Jahreszeiten, als der absolute Betrag derselben während des ganzen Jahres, ist es, was den südlichen Climaten einen besondern Character giebt und sie im Allgemeinen Insularclimaten nahe bringt. Ueber 51° südlicher Breite hinaus ist die mittlere Temperatur nicht genau bekannt; jedoch hat man keinen Grund zu glauben, daß die Isothermallinie von 32° weit mehr von dem Südpol entfernt sei, als auf der entgegengesetzten Halbkugel die gleiche Linie von dem Nordpol; und einige Umstände scheinen auf den ersten Anblick anzudeuten, daß sie dem ersteren sogar näher sei als dem letzteren, obgleich dieß wahrscheinlich bloß scheinbar ist. Ueber die Temperatur des Südpols selbst, sowie des Nordpols, vermögen wir keine genaue Schätzung anzustellen.

Dieß ist eine übersichtliche Darstellung der allgemeinen Vertheilung der Temperatur auf den beiden Halbkugeln. Nun

giebt es zwar trotz der unendlichen, überall vorgehenden Wechsel an demselben Orte einen gewissen durchschnittlichen Zustand der Dinge, welcher das ausmacht, was man das Clima des Ortes nennt; auch ist unzweifelhaft die Temperatur das wichtigste Ingredienz dieses Clima's. Aber die Umstände, welche noch außerdem zur Bildung des letzteren beitragen, sind so zahlreich und verwickelt, und ihre Wirksamkeit ist daher so mannigfaltig, daß es ausnehmend schwer wird, sie auf eine befriedigende Weise zu entwirren und darzustellen. Uebrigens scheinen die das Clima bildenden Momente am natürlichsten in zwei große Classen eingetheilt zu werden, nemlich in die primären, urspünglichen, welche auf der Kugelgestalt der Erde, auf deren Bewegung in ihrer Bahn und auf ihrer Achse beruhen, und in die secundären, welche in mehr unmittelbarem Zusammenhange mit der Erdkugel selbst stehen und auf der Beschaffenheit ihrer Oberfläche beruhen, sofern diese aus Land oder Wasser besteht, oder sofern sie mit der Atmosphäre zusammenhängt. Unter diesen zwei Abtheilungen wollen wir in den folgenden Capiteln das Clima zum Gegenstande unserer Untersuchung machen.

Viertes Kapitel.

Von den ursprünglichen Momenten des Clima's oder von der Temperatur der Erde, sofern sie von der Kugelgestalt, so wie von der jährlichen und täglichen Bewegung der letzteren abhängig ist.

Die Entfernung der Erde von der Sonne ist von der Art, daß man sich denken kann, die Strahlen der letzteren fallen parallel auf die Erdoberfläche. Ist dieß aber der Fall, so ist klar, daß derjenige Theil der Strahlen, welcher, wie am Aequator unserer Erde, senkrecht fällt, einen ganz andern Raum auf der

Erdoberfläche einnehmen wird, als eine gleiche Anzahl solcher, welche, wie in unseren Polargegenden, schief fallen. Wenden wir uns daher von dem Aequator gegen einen der Pole, so finden wir die Wärme und das Licht über allmählig größer werdende Theile der Erdoberfläche verbreitet, und in gleichem Verhältnisse nimmt die Intensität beider ab. Das Gesetz dieser Abnahme ist dem Mathematiker wohl bekannt, bedarf aber hier der Anführung nicht. Für unsern gegenwärtigen Zweck ist die Bemerkung hinreichend, daß unter den natürlichen Ursachen, welche die Vertheilung der Wärme und des Lichts unter den verschiedenen Breiten bestimmen, die Kugelform der Erde die hauptsächlichste ist.

Die zweite große natürliche Ursache der ungleichen Vertheilung des Lichts und der Wärme auf der Erde ist die Schiefheit der Bewegung der letzteren in ihrer Bahn, in Beziehung auf die Ebene ihres Aequators. Von dieser Schiefheit rührt es her, daß während der jährlichen Umwälzung der Erde um die Sonne alle Theile ihrer Oberfläche zwischen den Breiten von $23\frac{1}{2}^\circ$ nördlich und südlich vom Aequator nach einander dem senkrechten Einflusse der Sonne ausgesetzt werden. Dieser schiefen Bewegung der Erde verdanken wir auch die grenzenlose Mannigfaltigkeit der Jahreszeiten in den verschiedenen Breiten.

Auch noch einen anderen, mit der Bewegung der Erde in ihrer Bahn zusammenhängenden Umstand giebt es, welcher, da er ebenfalls den Character einer primären Ursache an sich trägt, hier kurz erwähnt werden mag. Die Erdbahn ist nemlich kein Kreis, sondern eine Ellipse, von welcher die Sonne einen der Brennpuncte bildet. Nun ist die Einrichtung getroffen, daß in der Mitte unseres Winters die Erde sich in dem der Sonne nächsten Theile ihrer Bahn befindet; daher ist sie an Weihnachten über eine Million Stunden der Sonne näher, als im Hochsommer. Hieraus könnte man schließen, auf die Temperatur der südlichen Halbkugel, welche während unseres Winters der Sonne direct ausgesetzt ist, werde diese größere Nähe Einfluß haben. Dem ist aber nicht so; denn die letztere wird durch die schnellere Bewegung der Erde auf diesem Theile ihrer Bahn

beinahe ganz aufgewogen. Die Excentricität der Erdbahn hat deßhalb wenig oder keinen Einfluß auf ihre Temperatur.

Die dritte große natürliche Ursache, welche auf die Vertheilung der Wärme und des Lichts auf der Erde einwirkt, ist die Umwälzung der letzteren um ihre Achse. Dieser verdanken wir die unzähligen kleineren Wechsel der Temperatur, des Lichts und des Schattens, welche täglich und stündlich in der ganzen Welt vorgehen.

Dieß sind die drei großen natürlichen Ursachen, welche die Vertheilung des Lichts und der Wärme auf der Erde bestimmen. Sie können als die nothwendigen Ergebnisse allgemeinerer Gesetze betrachtet werden, an welche es dem großen Schöpfer der Natur gefallen hat, sich zu binden, und die Er gewöhnlich aufs strengste festhält. Warum aber unter den unzähligen möglichen Mitteln, wodurch Licht und Wärme von einer Centralsonne aus über einen entfernten Planeten verbreitet werden könnten .und in anderen Fällen wirklich verbreitet worden, gerade diese bestimmenden Ursachen für unsere Erde gewählt worden sind — das ist uns völlig unbekannt; daß jedoch diese Wahl mit einer weiteren Absicht getroffen wurde, daran können wir nicht zweifeln, nnd eine solche Absicht des Schöpfers mag gewesen sein, durch die Mittel, welche Er zur Aufhebung der aus diesen ursprünglichen Anordnungen nothwendig hervorgehenden Schwierigkeiten anwandte, uns Seine Weisheit und Macht zu offenbaren. Auf anderen Planeten, wo andere ursprüngliche Einrichtungen zur Vertheilung des Lichts und der Wärme gemacht sind, bestehen wahrscheinlich auch andere Arten, die aus denselben entspringenden Schwierigkeiten zu beseitigen. Von solchen Einrichtungen können wir uns nun freilich keine Vorstellung bilden, aber bei den Bewohnern jener Planeten gelten sie ohne Zweifel für einen eben so schlagenden Beweis für die Weisheit und Macht Gottes, als bei uns die uns bekannten.

Fünftes Kapitel.

Von den mehr untergeordneten Momenten des Clima's: ein Umriss derjenigen das Clima bestimmenden Umstände, welche mehr unmittelbar mit der Oberfläche der Erde, sofern diese aus Wasser oder Land besteht, oder mit der Atmosphäre zusammenhängen.

Im vorigen Kapitel haben wir auf die Schwierigkeiten oder Bedürfnisse hingedeutet, welche nothwendig aus der Art und Weise entstehen, auf welche Licht und Wärme über unsere Erde verbreitet werden, und von diesen mag es, ehe wir weiter gehen, angemessen sein, einige der bedeutendsten herauszuheben.

Würden das Licht und die Wärme, welche von der Sonne auf die Erde kommen, nicht auf eine gewisse Art modifizirt, so wären die Aequatorial- und die Polar-Gegenden gleich unverträglich mit organischem Leben. Die Hitze zwischen den Wendekreisen und die Kälte an den Polen würden beide zerstörend wirken, während die mittleren Gegenden einer beständigen Aufeinanderfolge heftiger und plötzlicher Temperaturwechsel, welche den gegenwärtigen Zustand der Dinge unmöglich machte, ausgesetzt wären. Um daher diese Erde zu einem geeigneten Wohnplatze für solche Wesen zu machen, von welchen gegenwärtig ihre Oberfläche eingenommen wird, war es nothwendig, jene heftigen und plötzlichen Temperaturwechsel zu mildern. Deßhalb geben offenbar einen der glänzendsten Beweise für das Vorhandensein eines Zweckes in der Natur jene Hülfsanordnungen ab, durch welche die aus den ursprünglichen Anordnungen nothwendig erfolgten Schwierigkeiten aufgehoben und gemindert wurden, und durch die der größere Theil der Erdoberfläche für organische Wesen von demselben allgemeinen Character zugänglich geworden ist. Diese Hülfsanordnungen haben wir nun in dem gegenwärtigen Kapitel zu erläutern.

Die secundären oder Hülfsmomente des Clima's zerfallen von selbst wieder in zwei Abtheilungen, nämlich in solche, welche mit der Erdoberfläche, sofern diese aus Land oder Wasser besteht, und in solche, welche mit der Atmosphäre zusammenhängen.

Bei dem folgenden Umrisse dieser Momente war es, wie gewöhnlich, mehr unser Bestreben, Grundsätze zu erläutern, als in Einzelnheiten einzugehen, und soweit es sich mit einer allgemein verständlichen Darstellung vereinigen ließ, suchten wir darzuthun, wie die, im ersten Buche beschriebenen, Gesetze des Lichts und der Wärme wirken, um die Erscheinung des Clima's hervorzubringen.

Erster Abschnitt.

Von denjenigen untergeordneten Momenten des Clima's, welche auf der Beschaffenheit der Erdoberfläche, sofern diese aus Land oder Wasser besteht, beruhen.

Bei dem Versuche, die Wirksamkeit der Gesetze des Lichts und der Wärme zur Erzeugung des Clima's zu erklären, wollen wir der Ordnung folgen, in welcher jene Gesetze in früheren Kapiteln erörtert wurden, d. h. wir wollen zuerst den Einfluß der Wärme und des Lichts betrachten, sofern er auf den Zuständen ihrer Latenz und Zersetzung, und sodann denjenigen, welcher auf ihrer Ausstrahlung, Leitung und Zuführung beruht. Und bei der Aufnahme dieser schwierigen Untersuchung ist die absolute Quantität des Lichts und der Wärme, die von der Sonne auf die Erde strömen, der erste Gegenstand, welcher unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt.

1) Von dem Verhältnisse der Wärme und des

Lichts, welche von der Sonne auf die Erdoberfläche gelangen. — Die absolute Quantität der Wärme und des Lichts, welche von der Sonne auf unsere Erdkugel strömen, vermögen wir nicht genau zu schätzen. Pouillet hat zu zeigen gesucht, daß der Betrag der Wärme, welche die Erde jährlich von der Sonne empfange, demjenigen gleich sei, der nöthig wäre, um eine etwa 46 Fuß dicke und die ganze Oberfläche der Erde bedeckende Eislage zu schmelzen Dieser Anschlag ist jedoch nur als ein grober Umriß anzusehen. Die Schwierigkeit besteht nicht bloß in der Unmöglichkeit, sich genaue Vorstellungen von der Quantität der Wärme und des Lichts zu bilden, welche wirklich zu einer gegebenen Zeit an einem gegebenen Orte anlangt; sondern auch in der weiteren Unmöglichkeit, auch nur eine Muthmaßung über diejenigen Theile aufzustellen, welche latent werden, oder auf eine andere Weise beim Durchgange der Sonnenstrahlen durch die Atmosphäre verloren gehen. Die folgenden Bemerkungen werden nun zwar von der absoluten Quantität des Lichts, welches die Erde erreicht, einen Begriff zu geben suchen; aber zum Voraus machen wir den Leser darauf aufmerksam, daß die aufgestellten Resultate großer Ungewißheit unterworfen sind. Auch wissen wir nicht, ob man sie gleicher Weise auf die Wärme anwenden darf, die, obgleich sie Gesetzen gehorcht, welche denen des Lichts ziemlich ähnlich sind, nichts desto weniger ihre besonderen Gesetze hat. Man hat berechnet, daß ein scheitelrechter Blitzstrahl bei seinem Durchgange durch die reinste Luft wenigstens $1/5$ seiner Intensität verliere, ehe er die Erdoberfläche erreicht. Nach diesem, sowie nach der erfahrungsmäßigen Beschaffenheit der Atmosphäre hat man die Schätzung gemacht, daß unter den günstigsten Umständen von 1000 aus der Sonne ausströmenden Strahlen nur 378 im Durchschnitte aaf die Oberfläche der Erde am Aequator durchdringen können, 228 unter der Breite von 45°; und 110 an den Polen, während bei wolkigtem Wetter diese Verhältnisse noch um ein gutes Theil geringer ausfallen.

Für jetzt richtet sich unsere Aufmerksamkeit bloß auf diejenigen Theile des Lichts und der Wärme, welche wirklich auf

die Erdoberfläche gelangen; über die in der Atmosphäre zurückbleibenden werden wir später einige Bemerkungen machen.

2) Von der Vertheilung der Wärme und des Lichts auf der Erdoberfläche in der latenten Form. — Die Vertheilung des Lichtes und der Wärme im Zustande der Latenz richtet sich wahrscheinlich nach Gesetzen, welche der oben erwähnten der Vertheilung der fühlbaren Wärme und des sichtbaren Lichts sehr ähnlich sind, d. h. die latente Quantität nimmt, wie die empfindbare, vom Aequator aus gegen die Pole hin ab. Ueber diesen Gegenstand fehlen uns jedoch die nöthigen Data, um uns von dem Betrage und dem eigentlichen Gesetze der Vertheilung auch nur eine Ansicht zu bilden, geschweige dieselben bestimmt anzugeben; alles dieses muß künftigen Untersuchungen anheimgestellt bleiben. Aber von der unübersehbaren Wichtigkeit der Latenz der Wärme im Haushalte der Natur werden die folgenden kurzen Bemerkungen einen Begriff geben.

Wir wollen das bekannte Beispiel des Wassers nehmen, da der Einfluß der Latenz der Wärme vielleicht durch nichts deutlicher dargelegt werden kann, als durch diese wichtige Flüßigkeit. Oben haben wir gezeigt, daß die Temperatur des Wassers, wenn es einerseits fest und andererseits gasförmig wird, eine Pause macht, und daß diese Veränderung nie plötzlich vorgeht. Die Folge dieser Einrichtung ist, daß Eis und Dunst langsam und allmählich gebildet werden und eben so allmählig sich in Wasser verwandeln, während plötzliche Uebergänge von einem Zustande in den andern auf diese Weise völlig unmöglich gemacht sind. Wäre diese bewundernswürdige Vorsichtsmaßregel nicht getroffen, so würden uns beständig Ueberschwemmungen und andere Gefahren drohen, welche die Welt durchaus unbewohnbar machten. Es ist daher unmöglich, die Anordnung selbst oder die Mittel, wodurch sie bewerkstelligt ist, zu erwägen, ohne von der tiefsten Bewunderung nicht bloß der Weisheit des großen Anordners, sondern auch seiner Huld und Güte durchdrungen zu werden.

3) Von der allgemeinen Vertheilung der Elec-

tricität und des Magnetismus auf der Erde. — Die oben erwähnten neuen Entdeckungen über den Zusammenhang der Electricität und des Magnetismus haben viel Licht auf die Vertheilung dieser wichtigen Agenzien auf der Erdkugel geworfen; und welche Stufe die Erkenntniß derselben bis jetzt erreicht hat, wird dem weiteren Kreise der Leser aus der folgenden Uebersicht deutlich werden.

Jeder kennt die gewöhnlichen Erscheinungen, welche eine frei aufgehängte Magnetnadel darbietet, und ihr Streben, eine mehr oder weniger der Erdaxe parallele Lage anzunehmen, d. h. auf der ganzen Erde richtet sich eine Magnetnadel gegen Norden und Süden. Auch sind die Meisten wahrscheinlich mit der Erscheinung bekannt, welche man die Neigung der Magnetnadel nennt: so wird in der Breite von London eine genau ins Gleichgewicht gesetzte und frei aufgehängte Nadel, anstatt eine wagrechte Lage anzunehmen, sich, da der Nordpol abwärts liegt, unter einem Winkel von 70° in Ruhe setzen. Bringen wir eine solche Magnetnadel südwärts gegen den Aequator hin, so bemerken wir, daß die Neigung allmählig abnimmt, bis sie auf einem gewissen Puncte, welcher nahe mit dem Aequator der Erde zusammentrifft, ganz aufhört und die Nadel eine völlig wagerechte Lage annimmt. Gehen wir weiter gegen Süden, so zeigt sich die Neigung wieder, aber mit einer entgegengesetzten Richtung, Um die Ursache dieser Neigung der Magnetnadel und ihrer allgemeinen Richtung einzusehen, dürfen wir nur bedenken, daß die Erde selbst wie ein großer Magnet wirkt, dessen Pole unter seiner Oberfläche liegen. Die Richtung der Nadel rührt von diesen Polen her, und wenn sich dieselbe auf der nördlichen Seite des Aequators befindet, wo der Nordpol der Erde die größte Einwirkung äußert, so wird sie abwärts gegen den letzteren gezogen, und deßwegen müßte sie gerade über dem magnetischen Pole eine scheitelrechte Lage einnehmen. Aehnliche Erscheinungen zeigen sich auf der südlichen Halbkugel, aber hier herrscht der Südpol vor und drückt deßhalb den entsprechenden Pol der Nadel nieder, während am magnetischen Aequator die letztere wegen gleicher Wirksamkeit beider Pole eine völlig

wagerechte Lage annehmen wird. Hiebei ist zu bemerken, daß weder die magnetischen Pole, noch der magnetische Aequator mit den Polen und dem Aequator der Erde genau zusammentreffen, und daß dieses Nichtzusammentreffen die Folge oder vielmehr die Ursache dessen ist, was man die Abweichung der Nadel nennt, welche sich nicht bloß in verschiedenen Theilen der Welt verschieden gestaltet, sondern auch an demselben Orte periodischen Verschiedenheiten, deren Ursache aber bis jetzt noch wenig bekannt ist, unterworfen zu sein scheint. Dieß sind die hauptsächlichsten Erscheinungen der Magnetnadel, soweit sie die magnetische Wirksamkeit der Erde beweisen; wir wollen sie nun ein wenig weiter zu erklären suchen.

Bereits bemerkt haben wir, daß man sich die Wirksamkeit der Erde wie die eines großen Magnets vorstellen könne. Nun haben wir oben gezeigt, daß, wenn sich eine Magnetnadel in ihrer natürlichen Lage gegen Norden und Süden befindet, electrische Ströme in Flächen, welche rechte Winkel zu der Nadel bilden, sich auf der östlichen Seite derselben herab bewegen, unter ihr durchgehend von Osten nach Westen sich wenden und auf ihrer westlichen Seite wieder aufsteigen. Ebenso müssen wir annehmen, electrische Ströme circuliren auch in der Erde, besonders in der Nähe ihrer Oberfläche, und fließen in, dem magnetischen Aequator parallelen, Flächen; beständig von Osten nach Westen; und wenn das Dasein solcher Ströme bewiesen werden kann, so erklären sie vollständig die magnetische directive Eigenschaft der Erde. Es fragt sich daher zunächst, in wie ferne wir berechtigt sind, das Dasein solcher electrischen Ströme in der Erde anzunehmen?

Wir haben bereits die Ansicht berührt, daß die Wärme gelegentlich in electrische und magnetische Thätigkeit übergehe; eine Ansicht, welche nach einigen durch die Erscheinungen der Thermo-Electricität große Wahrscheinlichkeit enthält. Ob nun diese Erscheinungen wirklich auf der Zersetzung von latenter oder empfindbarer Wärme, oder auf einer andern Ursache beruhen, ist von geringer Bedeutung. Die Erscheinungen selbst sind außer Zweifel. und scheinen die allgemeine Vertheilung der Electricität und

des Magnetismus auf der Erde auf das Befriedigendste zu erklären. Nemlich, während der täglichen Umwälzuug der Erde um ihre Axe von Westen nach Osten werden die einzelnen Theile ihrer Oberfläche nach einander in der entgegengesetzten Richtung oder von Osten nach Westen den Sonnenstrahlen ausgesetzt. So wird also die Erdoberfläche, besonders zwischen den Wendekreisen, allmählig von Osten nach Westen erwärmt und abgekühlt, und zu gleicher Zeit werden, nach den Grundsätzen der Thermo-Electricität, electrische Ströme in derselben Richtung entstehen; fließen nun aber einmal diese Ströme von Osten nach Westen, so werden sie zu dem Magnetismus der Erde von Norden nach Süden Veranlassung geben. Daher wird die magnetische directive Kraft der Erde in einer mit ihrer Axe beinahe parallelen Richtung von den thermo-electrischen Strömen abgeleitet, welche in den Aequatorial-Gegenden durch die hier stattfindende ungleiche Vertheilung der Wärme entstehen und hauptsächlich von der täglichen Bewegung der Erde herrühren.

Diese schönen neuen Entdeckungen zeigen auf das Schlagendste, daß die Wirkungen der Natur desto außerordentlicher erscheinen und zugleich eine desto größere Einfachheit und Weisheit des Zweckes zeigen, je besser man sie verstehen lernt. Durch welch einfache Mittel werden diese wunderbaren Erscheinungen der Electricität und des Magnetismus der Erde, welche früher so unregelmäßig und verworren schienen, hervorgebracht! Und welche Ermuthigung geben uns diese Entdeckungen zu ferneren Untersuchungen, welche ein weiteres Licht auf die Mittel des großen Weltbaumeisters werfen mögen!

4) Von der Vertheilung des Lichts in der zersetzten Form auf der Erde. — Jedermann weiß, daß die schimmerndste Farbenpracht in den wärmeren Himmelsstrichen entfaltet ist, und daß, jemehr man sich den kälteren Gegenden nähert, die Tinten der Naturgegenstände im Allgemeinen trüber und schwächer werden, bis sie in dem Weiß des Polar-Schnee's verschwinden. Auch kennen die Meisten die Wirkungen, welche die völlige Entziehung des Lichts auf Pflan-

gen und Thiere hervorbringt. Daher dürfen wir den Leser beinahe nur an das erinnern, was ihm bereits bekannt sein muß, nemlich, daß die starken Farben der tropischen Erzeugnisse jeder Art, betrachten wir nun das prächtige Gefieder der Vögel oder den bunten Schmuck der Fische und Insecten, so auffallend sind, daß sie für jene Erzeugnisse völlig characteristisch werden. Unter den höheren Breiten, wo der Abstand zwischen den Sommern und Wintern sehr groß ist, wechseln sogar die Farben einiger Thiere mit den Jahreszeiten, indem dieselben im Sommer gewöhnlich von dunkler, im Winter aber von beinahe weißer Farbe sind, während man in den Polargegenden alles mehr oder weniger weiß findet; und die natürliche Decke der Erde selbst, der Schnee, ist der weißeste Körper in der Natur.

Ehe wir den wichtigen Punct von den Farben der Gegenstände, welcher später genauer besprochen werden wird, aus dem Gesichte verlieren, können wir nicht umhin, zu bemerken, daß die Farben gewöhnlich als ein schlagender Beweis für die Güte Gottes betrachtet werden. Sie sind überall den Menschen angenehm; selbst der Unachtsamste und Unwissendste wird durch ein schimmerndes Farbenspiel angezogen und ergötzt. Nun ist aber dieses Vergnügen ein freiwilliges Geschenk des Schöpfers und setzt seine Güte in das hellste Licht. Es war kein Grund vorhanden, warum die Menschen überhaupt hätten Farben unterscheiden, geschweige durch sie ergötzt werden müssen; aber dennoch sind wir nicht bloß mit ausnehmend feinen Organen zur Empfindung der Schönheit der Farben begabt, sondern auch die ganze Natur bildet, wie nur zur Ergötzung dieses Sinns, von ihren höchsten Erzeugnissen an bis zu den niedersten herab, ein mit den herrlichsten Farben prangendes Gemälde, in welchem jede mögliche Tinte auf jede mögliche Weise contrastirt, oder gemischt ist. Könnte es daher ein menschliches Wesen geben, welches das glänzende Farbenspiel der Atmosphäre, die Schönheit und grenzenlose Mannigfaltigkeit der Tinten, die jeder Gegenstand der um ihn ausgebreiteten Natur bis zu dem kleinsten Insecte oder Blümchen zu seinen Füßen darbietet, sehen; welches sich des Genusses, den der Anblick dieser Gegenstände gewährt, bewußt

sein und einsehen könnte, daß dieser Genuß zu seiner Existenz nicht nothwendig ist und ihm daher hätte vorenthalten werden können — könnte es, fragen wir, einen Menschen geben, welcher alle diese Dinge gebührend zu betrachten vermöchte, ohne zu der Ueberzeugung zu gelangen, daß das Wesen, welches sie geschaffen hat, ein gütiges sein muß?

5) Von den Gesetzen der Absorption, der Radiation und Reflection der Wärme und des Lichts. — Diese Gesetze begreift man in ihrer Anwendung auf die Erde im Allgemeinen bis jetzt nur sehr unvollkommen. Folgende Bemerkungen mögen dazu dienen, dem Leser eine Vorstellung von dem Wenigen, was wir darüber wissen, beizubringen.

Der Leser wird sich noch des früher Gesagten erinnern, daß das Absorptions-Vermögen der Körper in Beziehung auf die Wärme und vielleicht auch auf das Licht in gleichem Verhältniß zu ihrem Ausstrahlungs- und in umgekehrtem zu ihrem Reflections-Vermögen stehe. Dieß ist die allgemeine Ansicht, und in Beziehung auf die Wärme und das Licht der Sonne scheint sie wohl begründet zu sein; aber wir werden bald sehen, daß es gewichtige Gründe zu der Vermuthung giebt, das Ausstrahlungs-Vermögen folge nicht immer demselben Gesetze, wie das Absorptions-Vermögen. Vorher wollen wir jedoch das angeben, was über diese Puncte vorgebracht worden ist.

Daniell hat zu zeigen versucht, daß, je weiter man von dem Aequator gegen die Pole komme, die Absorption und Radiation der Sonnenwärme zunehme. So findet in einem tropischen Clima und unter dem Einfluß einer scheitelrecht fallenden Sonne zwischen zwei Thermometern, wovon der eine mit schwarzer Wolle bedeckt und den Strahlen der Sonne ausgesetzt wird, damit er die einströmende Wärme möglichst absorbire, der andere aber unbedeckt im Schatten steht, kein größerer Unterschied statt, als ungefähr 47°, während zwei Thermometer unter den gleichen Verhältnissen zu London in der Mitte des Sommers einen Unterschied von 65° anzeigen, und in den nördlichen Gegenden derselbe oft wenigstens 90° beträgt; so daß also in den letzteren unter denselben Umständen doppelt soviel Wärme und Licht absorbirt

wird, als unter den Tropen. Ebenderselbe hat auch darzuthun gesucht (was allerdings aus dem angenommenen Verhältnisse der Absorption und Radiation der Wärme und des Lichts, von welchem oben die Rede war, gefolgert werden konnte) daß die Ausstrahlung der Wärme aus der Erdoberfläche den nämlichen Gesetzen gehorche, d. h. daß die Quantität, welche aus der Erde ausgestrahlt wird, von dem Aequator gegen die Pole hin zunehme. Ziemlich ähnliche Gesetze, welche, wenn man sie besser kennen lernte, wahrscheinlich diese Erscheinungen sehr aufklären würden, scheinen in Beziehung auf das Licht zu bestehen, So bemerkten wir oben, daß, wenn ein Lichtstrahl auf flüssige durchscheinende Körper oder auf Metalle falle, die reflectirte Quantität mit dem Einfallswinkel, von der Perpendikularlinie an gerechnet, zunehme, während folglich die absorbirte Quantität in demselben Verhältnisse abnehme; daß aber umgekehrt, wenn ein Strahl auf weiße nicht durchsichtige Körper falle, die reflectirte Quantität abnehme, je größer der Einfallswinkel werde, folglich die absorbirte Quantität in dem gleichen Verhältnisse zunehme. Folgt daher die Wärme demselben Gesetze, so ist klar, daß die von der Erde absorbirte Quantität Sonnenwärme vom Aequator gegen die Pole hin, d. h. je nach dem Wachsen ihres Einfallswinkels, wie Daniell zu zeigen versucht hat, zunehmen muß. Es ist jedoch zu bemerken, daß die Richtigkeit der Ansichten des letzteren in Frage gestellt worden sind, und daß einige neuere, unter höheren Breiten angestellte Beobachtungen dieselben nicht ganz bestätigen. Wir berühren diesen Gegenstand lediglich um die Aufmerksamkeit der Meteorologen auf ihn zu richten, da er zwar von großer Wichtigkeit, aber bis jetzt keineswegs genügend aufgeklärt ist. Man hat allen Grund zu glauben, daß die Absorption (und vielleicht auch die Radiation) der Wärme und des Lichts unter einigen ihrer Modificationen sehr von der Polarisation und folglich von gewissen Einfalls- und Reflectionswinkeln influenzirt werden; und daß also diese Umstände genau mit der Vertheilung der Wärme und des Lichts, besonders unter den höheren Breiten, wo sie keinen geringen Einfluß auf organische Wesen ausüben mögen, zusammen-

hängen. Die obigen Bemerkungen scheinen auf das Vorhanden-sein gewisser allgemeiner Gesetze hinzuweisen, deren Entdeckung wir unzweifelhaft von der Zukunft erwarten dürfen.

Bei der Angabe des Einflusses der Farben auf die Absorption und Reflexion der Wärme und des Lichts bemerkten wir, daß Schwarz und dunkle Farben überhaupt am meisten absorbiren und am wenigsten reflectiren, umgekehrt aber Weiß und helle Farben am meisten reflectiren und am wenigsten absorbiren. Wir wollen jetzt diesen interessanten Gegenstand genauer untersuchen, indem wir folgende Fragen erwägen: Warum herrscht die weiße Farbe in den Polargegenden vor? warum ist z. B. der Schnee weiß? und umgekehrt, warum trifft man alle Arten von dunklen und starken Farben in den tropischen Climaten, Weiß aber verhältnißmäßig selten? Könnte der Schnee nicht auch schwarz sein statt weiß, was ebenso leicht möglich sein müßte, wenn seine Farbe das Ergebniß des Zufalls wäre? oder könnte nicht das Weiß auch unter dem Aequator vorherrschen? die beste Art, diese Fragen zu beantworten und den Gegenstand in ein helles Licht zu setzen, ist vielleicht die, daß wir untersuchen, was die Folge davon wäre, wenn die weiße Farbe unter dem Aequator, und die schwarze an den Polen vorherrschte.

Da der Voraussetzung gemäß Licht und Wärme in Beziehung auf ihre Absorption, Radiation und Reflexion beinahe denselben Gesetzen gehorchen; so ist einleuchtend, daß, wenn das Weiß in den tropischen Climaten vorherrschte, beinahe die ganze Masse der Wärme und des Lichts der Sonne, anstatt absorbirt zu werden, reflectirt würde. Die Folge hievon wäre, daß die Anhäufung der Wärme und der Glanz des Lichts in den unteren Regionen der Atmosphäre an der Oberfläche der Erde unerträglich, und daß daher jene Gegenden, wenigstens für die jetzt vorhandenen Gattungen von Wesen, völlig unbewohnbar wären. Auch würde die Oberfläche der Erde selbst, obgleich sie nur langsam erwärmt würde, doch mit der Zeit zu sehr erhitzt, und am Ende, bei ihrem geringen Ausstrahlungsvermögen, wahrscheinlich so heiß werden, daß die Hitze nicht ausgehalten

werden könnte. Nun aber werden, wegen der dunklen Farbe der Gegenstände am Aequator, die Wärme und das Licht der Sonne daselbst schnell absorbirt und wieder ausgestrahlt, oder vielleicht wird die Wärme, wie das Licht, zersetzt, und auf diese Weise der vergleichungsweise gemäßigte und genau das Gleichgewicht haltende Zustand des Ganzen bewahrt, welcher sogar die heißesten Theile der Erdoberfläche bewohnbar macht.

Auf der andern Seite wollen wir sehen, was die Folge davon wäre, wenn der Schnee eine schwarze Farbe hätte, oder mit andern Worten, wenn die letztere in den Polargegenden vorherrschte. In diesem Falle nämlich würde das wenige Licht und die geringe Wärme, welches jenen Gegenden zu Theil wird, absorbirt, und die Wirkung davon wäre mehr oder weniger vollständige Dunkelheit. Auch hätte man, bei dem schnellen Schmelzen des Schnees, in Folge des geringsten Einflusses der Wärme und des Lichts, beständig Ueberschwemmungen zu befürchten. So wären die gesammten Polargegenden der Erde eine mit organischem Leben unverträgliche, finstere Einöde. Aber durch die gegenwärtige Einrichtung sind alle diese Uebelstände beseitigt. Der weiße Schnee absorbirt einen gewissen Theil Licht und Wärme (vermöge einer schönen Vorsorge desto mehr, je größer der Einfallswinkel wird?) während so viel Licht reflectirt wird, als heilsam ist, und nicht mehr. So giebt die Anordnung der Farben der Körper nach den Verhältnissen, in welche diese gesetzt sind, ein Beispiel von den Mitteln zur Hebung jener kleineren Schwierigkeiten, welche nothwendig aus der ursprünglichen Vertheilung von Licht und Wärme sich ergeben, und bietet zugleich einen der schönsten Beweise für die zweckmäßige Einrichtung der Welt überhaupt dar.

Endlich mag es der Mühe werth sein, die Aufmerksamkeit des Lesers auf den scharfen Contrast zu lenken, welcher zwischen den wägbaren und den unwägbaren Formen der Materie, in Betreff der Leichtigkeit, womit sie zersetzt werden, sowie der Arten, in welchen sie in der Natur bestehen, Statt findet.

Wir haben gesehen, daß zur Erhaltung der Gleichartigkeit und Integrität wägbarer Körper, wie des Wassers und der

Luft, künstliche Vorrichtungen getroffen sind, welche das entschiedene Vorhandensein eines Zwecks, ja die höchste Weisheit beurkunden, indem eine Zersetzung oder andere Anordnung des Wassers und der Luft sich für organische Wesen sogleich als zerstörend erweisen würde. Allein für die Erhaltung der Gleichartigkeit des Lichts, und vielleicht auch der Wärme, ist keine solche Vorsorge getragen, weil keine nöthig war. Die Zersetzungen dieser Agenzien haben deshalb ihren natürlichen Lauf, und in Folge einer bewunderungswürdigen Einrichtung schaden uns die Farben u. s. w. so wenig, daß sie vielmehr eine Hauptquelle unseres Wissens und Glückes ausmachen.

6) Von der Leitung der Wärme unter der Erdoberfläche auf dem Lande. — Von wenigen Zollen an bis zu einem Fuß oder mehr unter der Erde nimmt der Boden an den Schwankungen der Temperatur der Oberfläche sehr großen Antheil. Im Allgemeinen, kann vielleicht gesagt werden, ist die Temperatur der Erdoberfläche bei Tage etwas höher als die der aufliegenden Atmosphäre, bei Nacht aber etwas niedriger, obgleich es hiebei viel auf die Beschaffenheit des Bodens, auf sein Ausstrahlungs- und Leitungsvermögen und auf eine Menge anderer Umstände ankommt, welche sich Jeder leicht denken kann. In einer gewissen, je nach der Breitenlage und anderen Verhältnissen verschiedenen, Entfernung von der Oberfläche jedoch muß es eine Schichte geben, wo die Temperatur das ganze Jahr hindurch ganz oder beinahe gleich ist. Versuche sind über diesen Gegenstand schwer anzustellen; aber man hat Grund zu glauben, daß die Temperatur dieser unveränderlichen Schichte beinahe mit der jährlichen mittleren Temperatur des Orts zusammentrifft, und daß ihre Tiefe unter der Oberfläche in den verschiedenen Breiten zwischen 40 und 80 Fuß variirt. Kaum bedarf der Leser der Erinnerung, daß die wohlbekannte Gleichförmigkeit der Temperatur in Kellern und Gewölben ihre Ursache hauptsächlich in den Umständen hat, welche wir gegenwärtig untersuchen. Als ein Beispiel von der Gleichförmigkeit der Temperatur an solchen Oertern mag erwähnt werden, daß ein Thermometer, welchen man in den Gewölben unter der

Sternwarte zu Paris, in einer Tiefe von ungefähr 85 Fuß unter der Oberfläche, aufstellte, innerhalb 50 Jahren kaum mehr als $\frac{1}{4}$ Grad von 11,82° der hunderttheiligen, oder von $53\frac{1}{4}$° der Fahrenheit'schen Scala abwich. Einige wenige Versuche sind auch angestellt worden, um den Wechsel der Temperatur das Jahr hindurch in verschiedenen Tiefen von der Oberfläche abwärts bis zu der unveränderlichen Schichte auszumitteln, und Folgendes ist eine Uebersicht über die Ergebnisse, welche vielleicht auf die nördliche Halbkugel allgemeine Anwendung finden.

Im August nimmt die Temperatur der Erde in geringer Entfernung unter der Oberfläche bis zu der Schichte der unveränderlichen Temperatur in beinahe gleichem Grade ab. Im September ist sie bis zu 15 oder 20 Fuß unter der Oberfläche fast gleich; jenseits dieser Tiefe aber nimmt sie bis zu der unveränderlichen Schichte langsam ab. Während des Octobers und Novembers steigt sie von der Oberfläche an bis zu einer Tiefe von 15 oder 20 Fuß, von wo an sie beinahe mit der Temperatur der unveränderlichen Schichte gleich bleibt. Im December, Januar und Februar, wo die Temperatur auf der Oberfläche ihren niedersten Punct erreicht hat, steigt sie unter derselben bis zu jener Schichte in fast gleichem Grade. Im März und April nimmt sie bis zu einer Tiefe von 1 oder 2 Fuß reißend schnell ab, langsamer aber unter dieser Tiefe, und noch weiter unten nimmt sie ein wenig zu. Während der Monate Mai, Junius und Julius, wo die Temperatur auf der Oberfläche ihren höchsten Grad erreicht hat, nimmt sie unter derselben ab, aber weniger schnell und bis zu einer größeren Tiefe, dann beginnt sie ein wenig zu steigen, bis zu der unveränderlichen Schichte. Die Schnelligkeit jedoch und der Grad, in welchen die Veränderung vor sich geht, so wie die letzteren selbst, scheinen nicht blos an verschiedenen Oertern unter der nemlichen Isothermallinie, sondern auch an dem nemlichen Orte zu verschiedenen Jahreszeiten bedeutend zu variiren.

Da die Wärme vermittelst der Leitung durch den Boden fortgepflanzt wird, so verbreitet sie sich nach allen Richtungen. Daher darf man annehmen, daß sie sich sowohl seitwärts als abwärts bewege; und im Allgemeinen suchen die Temperaturen benach-

barter Flecke wahrscheinlich einander auszugleichen. Aber im Ganzen muß der Einfluß der seitwärts gehenden Fortpflanzung der Wärme durch die festen Theile der Erde sehr gering sein.

7) Von der Fortpflanzung der Wärme und des Lichts unter der Erdoberfläche im Wasser. — Das Wasser ist ein sehr unvollkommener Wärmeleiter im gewöhnlichen Sinne des Worts. So kann ein bedeutender Grad von Wärme eine ziemliche Zeit der Oberfläche einer Wassermasse mitgetheilt sein, ohne auf die Temperatur der unteren Theile einen bedeutenden Einfluß zu äußern; so unvollkommen und langsam wird die Wärme durch diese Flüssigkeit geleitet. Den Prozeß, mittelst dessen die Wärme durch das Wasser geleitet wird, haben wir Wärme-Zuführung genannt. Wird dem Boden eines mit Wasser angefüllten Gefäßes Wärme mitgetheilt, so dehnt sich der zuerst gewärmte Theil des Wassers aus und wird so specifisch leichter; hierauf erhebt er sich zur Oberfläche und führt die neuerlangte Temperatur mit sich, während ein anderer kälterer Theil auf den Boden sinkt und so ebenfalls gewärmt wird; und dieß dauert so lange fort, bis die ganze Masse gleichmäßig warm ist.

In Beziehung auf die Fortpflanzung des Lichts durch das Wasser hat man berechnet, daß nicht der zehnte Theil des hereinfallenden Lichtes auch in dem hellsten Wasser fünf Klafter tief kommen kann; daß sogar von scheitelrechten Strahlen die Hälfte in den ersten 17 Fuß verloren geht und daß jene auf den vierten Theil zusammenschwinden, wenn sie in eine Tiefe von 34 Fuß kommen sollen. Daraus folgt, daß nur der 100,000ste Theil der scheitelrechten Strahlen eine Tiefe von 47 Klaftern erreichen kann, wo er dann beinahe dem Schimmer des Zwielichts gleich ist, und daß die Tiefen des Oceans in immerwährender Dunkelheit sich befinden müssen.

Dieß sind die allgemeinen Gesetze, nach welchen das Licht und die Wärme im Wasser fortgepflanzt werden. Als wir jedoch in einem der früheren Kapitel von dieser Flüssigkeit sprachen, berührten wir eine gewisse Eigenschaft des Wassers, welche im Haushalte der Natur von der größten Wichtigkeit ist und viel-

leicht mehr als irgend etwas Anderes auf einen Zweck hindeutet, da sie gleich der Zusammensetzung der Atmosphäre eine ausdrücklich auf die Hervorbringung einer besonderen Wirkung abzielende Ausnahme von einem allgemeinen Gesetze bildet. Wir haben nemlich als ein allgemeines Gesetz erwähnt, daß alle Körper in jedem Zustande der Aggregation durch die Wärme ausgedehnt, durch die Kälte aber zusammengezogen werden; nun aber macht das Wasser eine entschiedene Ausnahme von diesem Gesetze. Wie andere Körper zieht es sich zwar bei der Entfernung der Wärme zusammen, aber nur so lange, bis seine Temperatur vom Gefrierpuncte noch 7 bis 8° entfernt ist. In dieser Entfernung beginnt es sich wieder auszudehnen, und zwar so lange, bis es zu Eis wird, in welchem Augenblicke des Gefrierens eine plötzliche und bedeutende Ausdehnung statt findet. Daher ist die specifische Schwere des Eises entschieden geringer als die des Wassers, und das Feste schwimmt nothwendig auf der Oberfläche des Flüssigen. Die Wichtigkeit dieser unregelmäßigen Eigenschaft des Wassers ist so groß, daß man zweifeln muß, ob die gegenwärtige Ordnung der Dinge ohne dieselbe bestehen könnte, wenn auch sonst alles in der Welt bliebe, wie es ist. Hätte z. B. das Eis nicht jene verhältnißmäßige Leichtigkeit, so würde es, anstatt auf der Oberfläche des Wassers, zuerst auf seinem Grunde sich bilden, da das kältere Wasser wegen seiner größeren specifischen Schwere natürlicherweise sänke; und aus gleichen Gründen schmölze auch die unterste Eisschichte zuletzt. Was wären nun aber die Folgen einer solchen Einrichtung? In den nördlichen nnd sogar in den gemäßigten Himmelsstrichen wäre der Boden aller stehenden und tiefen Wasser eine Eismasse und folglich für organische Wesen völlig unzugänglich. Während des Sommers würden zwar vielleicht einige Fuß des oberen Theils des Eises schmelzen, aber das Wenige, was so im Sommer schmölze, gefröre wieder im Winter; und da die Eisanhäufungen fortdauerten, so wären alle Seen, vielleicht sogar die in den tropischen Climaten, wenigstens auf ihrem Boden schon lange eine Eismasse! Aber was ist in der Wirklichkeit der Fall? In Folge der obenerwähnten ausnahmsweisen Eigenschaft

des Wassers ist dieser Uebelstand völlig vermieden, und nicht der kleinste Theil von Eis kann in einem See oder in einer anderen Wassersammlung sich bilden, ehe die ganze Masse bis zu der Temperatur von 40° abgekühlt ist, wo die specische Schwere des Wassers ihre größte Höhe erreicht hat.

Diese Eigenschaft des Wassers wirkt auf folgende Weise. Wenn der Oberfläche desselben Kälte mitgetheilt wird, so sinkt der abgekühlte Theil, und treibt dadurch einen Theil wärmeren Wassers nach der Oberfläche, welcher einiges von seiner Wärme der aufliegenden Masse mittheilt und dann wieder sinkt; und dieser Proceß dauert, je nach der Tiefe des Wassers, längere oder kürzere Zeit fort. Ist die Tiefe nicht sehr bedeutend, so wird die ganze Masse bis zu 40° herab abgekühlt, und da bei dieser Temperatur die specificische Schwere nicht zunimmt, so hört die Cirkulation auf, und die Oberfläche des Wassers erreicht endlich den Grad der Kälte, der sie mit Eis bedeckt. Ist aber die Tiefe des Wassers bedeutend, so kann die Mittheilung der Kälte lang fortdauern, ohne das Resultat des Gefrierens hervorzubringen; daher geschieht es in unserem und in andern nicht sehr kalten Ländern häufig, daß tiefe Seen die kältesten Winter hindurch ungefroren bleiben.

Die oben erwähnte, ausnahmsweise Eigenschaft der Ausdehnung des Wassers und ihrer Wirkungen überraschte uns von jeher durch den ausnehmend schlagenden Beweis, welchen sie für das Dasein eines Zweckes in der Natur darbietet — einen Beweis für etwas zur Vervollständigung eines besonderen Gegenstandes ausdrücklich und beinahe (wenn wir etwas dergleichen bei Gott uns denken könnten) als spätere Maaßregel Angeordnetes. Nehmen wir ferner zu dieser unregelmäßigen Eigenschaft des Wassers die noch unregelmäßigere Zusammensetzung der Atmosphäre und der Luft, und ziehen wir zugleich die Verhältnisse des Wassers und der Luft zum organischen Leben in Betracht; so werden wir unwiderstehlich zu dem Schlusse hingerissen, daß der Schöpfer des Wassers und der Luft diese Unregelmäßigkeiten absichtlich angeordnet habe, um Schwierigkeiten zu beseitigen, welche das organische Leben zu einer phy-

sischen Unmöglichkeit gemacht haben würden. Auch schwächen die Annahmen, auf welche der Skeptiker sich beruft, daß nemlich diese Eigenschaften des Wassers und der Luft nothwendig aus ihrer Zusammensetzung hervorgehen, die Kraft unseres Beweises nicht. Diese liegt erstens darin, daß das Wasser und die Luft mit solchen ausnahmsweisen Eigenschaften geschaffen, zweitens aber und hauptsächlich darin, daß die letzteren gerade da in Thätigkeit gesetzt worden sind, wo dieß nöthig war. Zudem gewinnt der Beweis dadurch sehr an Stärke, daß zwei Unregelmäßigkeiten statt zweier regelmäßiger Mittel so ausdrücklich angeordnet worden sind.

Nachdem wir die allgemeinen Gesetze, nach welchen die Wärme durch das Wasser vertheilt wird, so wie ihre merkwürdigen Folgen angegeben haben, müssen wir jetzt in Beziehung auf andere Wirkungen dieser Vertheilung etwas ins Einzelne gehen. Eine der wichtigsten von den letzteren ist, daß die Temperatur des Wassers auf dem Grunde tiefer, stehender Gewässer oder Landseen das ganze Jahr hindurch beinahe gleich bleiben muß. So hat man gefunden, daß die Temperatur des Wassers auf dem Grunde mancher Seen in der Schweiz oft nicht mehr als um 3° — 4° variirt, während die Temperatur der Oberfläche oft um 20° — 30° wechselt. Daher beschränken sich in tiefen Gewässern in gemäßigten Himmelsstrichen die Temperaturwechsel hauptsächlich auf die oberen Wasserschichten, und ausgenommen, wenn ein sehr plötzlicher und heftiger Frost eintritt, kann sich auf der Oberfläche eines solchen See's kein Eis bilden, ehe, wie oben bemerkt wurde, die ganze Wassermasse bis zu 40° herab abgekühlt ist, bei welcher Temperatur alle Cirkulation aufhört. Und hat sich einmal eine Eisdecke gebildet, so trägt auch diese, wie wir jetzt sehen werden, sehr dazu bei, die weitere Abkühlung der unteren Schichten zu verhindern.

Fließende süße Gewässer, wie kleine Ströme oder Flüsse von nicht großer Tiefe und Breite, gefrieren dennoch, obgleich bei ihnen die Umstände hiezu ungünstig sind. Der Proceß beginnt gewöhnlich am Ufer, wo das Wasser am niedrigsten und seine Bewegung am schwächsten ist. Von hier

breitet sich das Eis allmählig gegen die Mitte der Strömung aus. Ist die ganze Oberfläche einmal fest geworden, so geht das Gefrieren rasch vor sich, besonders bei Nacht. In dem Verhältnisse jedoch, in welchem die Dicke des Eises zunimmt, nimmt, wenn die Kälte dieselbe bleibt, die täglich hinzukommende Quantität ab wegen der schlechten Leitungsfähigkeit des Eises; daher kann man oft an einem aus einem Flusse oder See genommenen Eisblocke sehen, wie die täglich oder vielmehr nächtlich sich ansetzenden Schichten eine, von mehreren Zollen bis zu wenigen Linien in der Dicke allmählig abnehmende, Reihe darstellen.

Von der Temperatur der Gewässer des Oceans in großen Tiefen. — Zwischen den Wendezirkeln vermindert sich die Temperatur des Oceans mit der Tiefe; in den Polarseen dagegen steigt sie mit der Tiefe, in den Seen der gemäßigten Zonen zwischen 30° und 40° Breite nimmt die Temperatur des Wassers in demselben Verhältnisse ab, in welchem die Breite zunimmt, bis ungefähr zu der Breite von 70°, wo die Temperatur, wie oben bemerkt wurde, zu steigen anfängt. Daher gibt es ungefähr in der Breite von 70° eine Zone oder einen Erdgürtel, in welchem die mittlere Temperatur des Oceans in allen Tiefen sich beinahe ganz gleich bleibt. Auf die Temperaturen einzelner Theile des letzteren aber hat die Tiefe und Ausdehnung des Wassers großen Einfluß, besonders unter hohen Breiten.

Den Einfluß der Salztheile des letzteren auf den Gefrierpunct des Seewassers haben wir bereits erwähnt, und es ist jetzt die wichtige Wirkung jener Eigenschaft im Haushalte der Natur nachzuweisen. In seinem natürlichen Zustande gefriert das Seewasser ungefähr bei 28° oder 29°; ist es aber durch vorheriges Gefrieren schon concentrirt, so sinkt der Gefrierpunct auf 15° bis 16° herab, während mit Salz gesättigtes Wasser sogar bei einer Temperatur von ungefähr 5° nicht gefrieren soll. Außer dieser Eigenschaft, den Gefrierpunct des Seewassers herabzusetzen, vermehren die Salztheile auch seine specifische Schwere und haben Einfluß auf den höchsten Punct

seiner Dichtigkeit. Deßhalb und wegen ihrer ungeheuren Tiefe und Ausdehnung widerstehen die Gewässer des Oceans dem Gefrieren noch kräftiger, als sogar fließendes süßes Wasser, und sind in der That selten gefroren, ausgenommen unter Breiten, wo die heftigste und anhaltendste Kälte herrscht.

Von den zwischen den Aequatorial- und Polargegenden bestehenden unteren Strömungen des Oceans. — Daß die niedrigere Temperatur der Gewässer des Oceans, in großen Tiefen in der Nähe des Aequators, nicht von der heißen Zone herkommen kann, ist klar; eben so wenig aber kann auf der andern Seite die vergleichungsweise hohe Temperatur der Gewässer auf dem Grunde der Polarseen von der kalten Zone abgeleitet werden; wenigstens kann diese hohe Temperatur jener Seen ihren Grund nicht in etwas äußerem haben. Daher hat man angenommen, daß zwischen den Gewässern der Aequatorial- und denen der Polargegenden ein beständiger Austausch vor sich gehe, obgleich die Erklärung der Mittel, wodurch derselbe bewerkstelligt wird, bedeutende Schwierigkeiten darbietet. Die letzteren entspringen besonders aus der Ungewißheit des höchsten Punctes der Dichtigkeit des Seewassers, welche in der That noch nicht genügend ausgemittelt zu sein scheint. Ob in dem tiefen und verhältnißmäßig ruhigen Abgrunde des Oceans die Centralwärme der Erde einen Einfluß ausübe, können wir durchaus nicht entscheiden; aber wenn es wirklich eine Centralwärme gibt, so müssen ihre Wirkungen, besonders in der kalten Zone, bedeutend sein. Was aber auch die Ursache dieser annäherungsweisen Gleichförmigkeit der Temperatur der Gewässer des Oceans in großen Tiefen auf der ganzen Erdkugel sein mag; ihr Beitrag im Haushalte der Natur zur Ausgleichung der Temperatur kann nicht in Frage gestellt werden, da sie eine jener schönen Anordnungen ausmacht, wodurch die aus der Gestalt und Bewegung der Erde nothwendig hervorgehenden Schwierigkeiten der Temperatur-Vertheilung beseitigt werden, während unter den unbedeutenderen zur Erreichung desselben Zweckes beitragenden Umständen die Ebbe und Fluth und die unzähligen Strömungen genannt

werden können, welche durch Winde und andere Ursachen auf der Oberfläche hervorgebracht werden.

8) Von den Verschiedenheiten der Temperatur, sofern diese davon abhängt, ob die Oberfläche Land oder Wasser ist. — Als wir von der Vertheilung der Temperatur auf der Erdoberfläche sprachen, berührten wir den Unterschied zwischen Insel- und Festlands-Climaten, und vielleicht mag es nicht undienlich sein, über den allgemeinen Betrag der durch Land und Wasser hervorgebrachten Verschiedenheiten der Temperatur einige Bemerkungen zu machen.

In der Mitte der Meere und ferne von dem Einflusse des Landes ist der tägliche Wechsel der Temperatur der Luft an der Oberfläche der See weit geringer, als auf dem Lande. So soll in den Aequatorialgegenden die größte Verschiedenheit zwischen der Nacht- und Tages-Temperatur auf der See nur 3° — 4° betragen; während auf dem Lande der Unterschied oft 9° bis 10° ausmacht. In gemäßigten Gegenden, besonders unter Breiten von 25° — 50°, ist die Verschiedenheit zwischen den höchsten und niedersten Graden, welche der Thermometer an einem Tage anzeigt, zur See sehr gering, indem er sich nur auf 4° — 6° beläuft, während auf dem Festlande, z. B. zu Paris, der Unterschied oft 20° — 30° beträgt. Daher kommt es, daß kleine Inseln, welche den Character des sie umgebenden Oceans theilen, großen täglichen Wechseln weit weniger unterworfen sind, als Festländer, und im Allgemeinen gleichförmigere Climate haben.

Zu Wasser und zu Lande fällt die niedrigste Temperatur in die Zeit des Sonnenaufgangs. Die höchste Temperatur findet zur See um Mittag oder gleich nachher statt, während sie auf dem Lande 2 bis 3 Stunden nach Mittag eintritt. Zwischen den Wendecirkeln soll die höchste Temperatur der Luft die der Meeresoberfläche etwas übertreffen. Wenn man aber die Temperaturen, in kurzen Zwischenräumen, je nach 3 bis 4 Stunden vergleicht, so sind die Ergebnisse verschieden und scheinen zu zeigen, daß sogar zwischen den Wendecirkeln die Temperatur der Meeresoberfläche höher ist, als die der aufliegenden Atmosphäre.

Zwischen den Breiten von 25° und 50° ist die Luft selten wärmer, als die Meeresoberfläche, und in den Polargegenden ist es sehr ungewöhnlich, die Luft so warm zu finden, als das Meer; sie ist in der That fast immer, und gewöhnlich bedeutend kälter.

Ehe wir diesen Theil unserer Darstellung schließen, mag es vielleicht zweckmäßig scheinen, über die Temperatur der natürlichen Quellen und das Verhältniß derselben zu der mittleren Temperatur der Erde an den Oertern, wo sie hervorbrechen, noch einige Bemerkungen zu machen.

Quellen, welche große Wassermassen ausströmen und dadurch beurkunden, daß sie aus bedeutenden Tiefen unter der Erdoberfläche kommen, behalten das ganze Jahr hindurch beinahe dieselbe Temperatur. Auf unserer Halbkugel findet die kleine Temperatur-Erhöhung, welche die Quellen erleiden, gewöhnlich im September statt, während sie im März am kältesten sind; obgleich die Verschiedenheiten selten 2° bis 3° übersteigen. Vergleichen wir die Temperatur der Quellen eines Ortes mit der mittleren Jahrestemperatur des letzteren, so finden wir, daß sich diese beiden auf der ganzen Erdkugel sehr nahe stehen. In der heißen Zone jedoch ist die mittlere Jahres-Temperatur der Luft gewöhnlich 3° bis 4° höher als die der Quellen, während in den gemäßigten Zonen umgekehrt die Quellen wärmer sind, als die Luft. Der Ueberschuß der Quellen-Temperatur über die mittlere jährliche nimmt mit der Breite zu, so daß er zwischen 60° und 70° Breite 5° bis 7° beträgt. Unter sonstigen gleichen Umständen wechselt die Temperatur der Quellen bedeutend je nach ihrer Fülle, da eine große Wassermasse dem Einflusse des sie umgebenden Bodens weniger ausgesetzt sein wird, als eine kleinere, ja vielmehr selbst die Temperatur des Bodens influenziren kann.

Die Lehre von den warmen Quellen gehört, da sie in enger Verbindung mit der Geschichte der Vulkane steht, in das Gebiet der Geologie.

Hiemit haben wir die hauptsächlichsten Umstände aufgeführt, welche mit der Vertheilung der Temperatur auf der Erdoberfläche und in solchen Theilen unter der letzteren, welche unsere Untersuchung umfassen kann, zusammenhängen. Jetzt kommen wir an den zweiten großen Abschnitt der Lehre von den Climaten, nemlich von dem Klima in seiner Abhängigkeit von der Atmosphäre.

Zweiter Abschnitt.

Von den unmittelbar mit der Atmosphäre zusammenhängenden untergeordneten Momenten des Climas.

Die Erscheinungen der Atmosphäre machten ursprünglich den eigentlichen Gegenstand des Studiums des Meteorologen aus und nehmen noch jetzt den größten Theil seiner Aufmerksamkeit in Anspruch. In seinem ganzen Umfange genommen ist dieß nemlich ein sehr weites Feld der Untersuchung, und vielen der Einzelnheiten fehlt es durchaus noch an einer genügenden Erklärung. Wir wollen von den hauptsächlichsten Erscheinungen in folgender Ordnung einen kurzen Umriß zu geben suchen: — Von der Vertheilung der Wärme und des Lichts in der Atmosphäre und ihren Folgen. — Von der Vertheilung des Wassers in der Atmosphäre und den auf dieser Vertheilung beruhenden Erscheinungen; und endlich — von dem zufälligen Vorhandensein fremder Körper in der Atmosphäre.

1) Von der Vertheilung der Wärme und des Lichts in der Atmosphäre und ihren Folgen. — Allgemein bekannt ist, daß in den höheren Regionen unserer Atmosphäre die Temperatur sich vermindert, und daß man in den heißesten Gegenden, wenn man einen hohen Berg besteigt, auf den verschiedenen Höhepuncten jeden Grad der Temperatur bis zu der des ewigen Schnees und der Polargegenden trifft.

Einer der ersten Gegenstände daher, welche die Aufmerksamkeit des Meteorologen in Anspruch nehmen, ist das Gesetz von der Vertheilung der empfindbaren Wärme oder der Temperatur in der Atmosphäre.

Das Gesetz der Temperatur-Vertheilung in der Atmosphäre ist ziemlich einfach, obgleich es je nach der Verschiedenheit des Orts und vielleicht anderer nicht gehörig bekannter Umstände gelegentlich Veränderungen und Unterbrechungen unterworfen ist. Die mittleren Resultate von einer großen Anzahl in verschiedenen Theilen der Welt angestellter Beobachtungen scheinen zu zeigen, daß der Fahrenheit'sche Thermometer bei je 300 Fuß Höhe um einen Grad sinkt. Diese Annahme ist ohne Zweifel nicht weit von der Wahrheit entfernt, obgleich einige neuere Untersuchungen es wahrscheinlich gemacht haben, daß, während in verschiedenen Höhen das Verhältniß der Abnahme der Temperatur sich gleich bleibt, das der Höhe beständig zunimmt und zwar nach Gesetzen, welche in der ganzen Welt die nemlichen sind; d. h. nimmt man an, die ersten 252 Fuß seien gleich einem Grade, so wird der zweite Grad gleich sein 255 Fuß, der dritte 258, der vierte 261 u. s. w.

Die Ursachen dieser großen Kälte der höheren Region sind hauptsächlich folgende zwei: erstens dringen die Sonnenstrahlen ganz frei durch die Atmosphäre, und bringen beim Durchgang durch dieselbe so gut wie eine Temperaturveränderung hervor, bis sie die Erde erreichen, wo sie ihren größten Einfluß ausüben; und zweitens nimmt die Wärmecapacität, welche die Luft besitzt, in demselben Verhältnisse zu, in welchem die Wärme seltener wird. Von der ersten Ursache rührt es her, daß die Temperatur der niederen Regionen der Atmosphäre nicht unmittelbar von der Sonne, sondern von der Erde kommt. Die Oberfläche der letzteren absorbirt die Sonnenwärme und theilt sie sodann wieder der unmittelbvr auf ihr liegenden Atmosphäre mit, während alle höheren atmosphärischen Regionen dadurch keine Veränderung erleiden. Denn obgleich die gewärmte Luft wegen der Verminderung ihrer specifischen Schwere natürlicherweise aufsteigt, so verliert sie, da zugleich ihre Wärmecapacität zunimmt, als-

bald ihre empfindbare Wärme, was wir zweitens zu erklären haben.

Dr. Dalton, und vollständiger nach ihm John Leslie, haben zu zeigen gesucht, daß das Gleichgewicht der Wärme in einer Atmosphäre statt finde, wenn jede ihrer Moleculen, oder mit anderen Worten, wenn dasselbe Gewicht Luft in derselben perpendikularen Säule dieselbe Quantität Wärme besitze. Da nun der Luftdruck mit der Höhe abnimmt, so ist klar, daß dasselbe Gewicht Luft auf der Erdoberfläche und in den höheren Regionen sehr verschiedene Räume einnehmen wird. Da aber die absolute Wärmequantität an beiden Orten die nämliche ist, so leuchtet von selbst ein, daß in den höheren Regionen der Atmosphäre wegen der größeren Wärmecapacität derselben die Quantität der latenten Wärme zunimmt, während die der empfindbaren geringer wird. Daher vermindert sich die Temperatur der Luft, wenn wir aufsteigen, genau in dem Verhältnisse, in welchem ihre latente Wärme, d. h. ihre Wärmecapacität zunimmt. In Folge dieser Einrichtung nähme, um mich der Worte Thomsons zu bedienen, wenn eine Quantität kalter Luft von einer hohen Region auf die Meeresoberfläche versetzt würde, ihre Dichtigkeit während ihres Sinkens beständig zu, während ihre latente Wärme in demselben Verhältniß abnehmen würde; und hätte sie die Meeresfläche erreicht, so wäre ihre Temperatur gerade so hoch, als die anderer Lufttheile in derselben Breite und Höhe. Die Luft ist daher nicht in Folge des Herabkommens aus einer höheren Region kalt, obgleich dieß eine sehr gewöhnliche Meinung ist, sondern in Folge davon, daß sie schnell von einem nördlichern Puncte nach einem südlicheren gebracht wird. So verdanken wir dem obenerwähnten einfachen, aber schönen Gesetze das fortdauernde Gleichgewicht der Temperatur in der Atmosphäre, das trotz aller Störungen, welche beständig von untergeordneten Ursachen ausgehen, wegen seines natürlichen Strebens, sich selbst wieder herzustellen, nie ernstlich bedroht wird.

Von den Grenzen des ewigen Schnees. — Im

Zusammenhange mit der Abnahme der Temperatur in den höheren Luftregionen stehen die Grenzen des ewigen Schnees unter verschiedenen Breiten. Man darf daher annehmen, daß diese Grenzen von der Meeresfläche in den Polargegenden an bis zu ihrem höchsten Puncte unter dem Aequator der mittleren Temperatur von 32° folgen. Dieser Schluß ist einleuchtend und im Allgemeinen richtig, obgleich er etwas modificirt werden muß und einigen Ausnahmen unterworfen ist, von welchen die folgenden die bemerkenswerthesten sind.

Unter dem Aequator sind die Grenzen des ewigen Schnees am festesten und scheinen in einer Höhe von 15000—16000 Fuß zu liegen. Entfernen wir uns vom Aequator, so werden die Schwankungen größer, und alle Erscheinungen nehmen einen unregelmäßigern Character an. Dieß ist z. B. bei den mexikanischen Cordilleras, noch auffallender aber bei dem Himalaya-Gebirge der Fall, wo zwischen den Grenzen des ewigen Schnees auf der nördlichen und auf der südlichen Seite des Gebirges ein Unterschied von nicht weniger als 4000 Fuß statt findet. Wenden wir uns gegen die gemäßigten Zonen, so finden wir in gebirgigen Ländern unterhalb der Grenzen des ewigen Schnees ungeheure Eismassen oder Gletscher. Diese bilden sich durch das abwechselnde Schmelzen und Gefrieren ausgedehnter Schneeschichten. Gletscher, welche in Thälern entstehen, werden oft durch das ungeheure und stets wachsende Gewicht des Schnees und Eises in den oberen Theilen weit unter die Grenzen des Schnees selbst herabgedrückt. Dieß ist der Fall bei den Gletschern der Schweiz, Norwegens und anderer Länder in den gemäßigten Himmelsstrichen. Alle diese Umstände nebst andern, welche angeführt werden könnten, und wahrscheinlich manchen andern uns unbekannten, machen die Grenzen des ewigen Schnees unregelmäßig, und diese Unregelmäßigkeiten sind so bedeutend, daß Humboldt nach zahlreichen Beobachtungen die Grenzen des ewigen Schnees am Aequator fast auf 3° über dem Gefrierpuncte gesetzt hat, während sie in den gemäßigten Zonen gegen 5° unter diesem Puncte und in dem kalten Erdgürtel nicht weniger als 10° bis 11° unter dem Gefrierpuncte stehen; Er-

gebnisse, welche darzuthun scheinen, daß die allgemeine Lufttemperatur in den Aequatorialgegenden anders abnimmt, als in den kälteren. Wegen der eigenthümlichen Vertheilung des Landes auf der südlichen Halbkugel weiß man nur wenig von der Grenzlinie des ewigen Schnees in diesem Theile der Welt; aber wahrscheinlich wird sie von der Linie auf der nördlichen Hemisphäre verschieden und im Allgemeinen niedriger sein als diese.

Der auf den Berggipfeln zurückbleibende ewige Schnee ist im Haushalte der Natur, besonders in den wärmeren Himmelsstrichen, eine sehr wichtige Vorkehrung, da der aufgehäufte Schnee die reiche Quelle unzähliger Bäche wird, ohne welche jene Gegenden unbewohnbar wären.

Noch eine andere bedeutende Verschiedenheit, welche einen großen, obgleich noch nicht gehörig untersuchten Einfluß auf die organische Welt haben muß, findet zwischen den höheren und niederen Lagen statt, nemlich die Verschiedenheit des Luftdrucks. An der Oberfläche der Erde ist dieser in allen Breiten beinahe gleich; erheben wir uns aber über die Erdoberfläche, so nimmt er reißend schnell ab. Wird daher alles übrige, so wie es ist, vorausgesetzt, so macht die Verschiedenheit des Luftdrucks wahrscheinlich gewisse Vorkehrungen nothwendig, welche uns zwar bis jetzt unbekannt sind, die aber durch ein sorgfältiges Studium der Alppflanzen und Thiere in Vergleich mit denen auf der Ebene ohne Zweifel ins Licht gesetzt werden könnten. Ein anderer Umstand, welcher auf die organische Welt wesentlichen Einfluß ausüben muß, ist die große Intensität des Lichts in den Gebirgsländern der tropischen Climate, gegenüber der Lichtintensität an der Erdoberfläche in den jenen Höhen entsprechenden Climaten unter hohen Breiten. Jedoch wird die geringere Intensität des Lichts unter hohen Breiten durch die größere Tageslänge unstreitig gewissermaßen ausgeglichen.

Von der Vertheilung der Wärme und des Lichts durch die Atmosphäre in ihrer latenten Form. — Wir sprachen vorhin von der Quantität der Wärme, welche in den höheren Luftregionen im Zustande der Latenz bestehe. Allein außer dieser Quantität, welche wohl der ganzen Atmosphäre

eigen ist, folgt die Vertheilung der latenten Wärme und des Lichts in diesem Zustande gewissermaßen demselben Gesetze, wie die des empfindbaren Wärme- und Lichtstoffes, nemlich dem, daß sie vom Aequator aus gegen die Pole hin sparsamer wird. So ist nicht zu zweifeln, daß die ausgedehnte Luft der Aequatorialgegenden weit mehr Licht und Wärme im latenten Zustande enthält, als die vergleichungsweise dichte und trockene atmosphärische Luft der Polargegenden; und wahrscheinlich wird durch diese Vorkehrung jedes Extrem gemildert. Auch die Vertheilung der Electricität in der Atmosphäre scheint sich nach ganz ähnlichen Gesetzen zu richten. Hiebei ist jedoch zu bemerken, daß sowohl die Wirkungen des Lichts und der Wärme in der latenten Form, als die der Electricität ungleich auffallender sind in Bezug auf das Wasser in der Atmosphäre, als in Bezug auf die Elemente der Atmosphäre selbst. Wir wollen daher das, was wir über diesen Gegenstand zu sagen haben, so lange aufsparen, bis wir über das Wasser in der Atmosphäre sprechen werden.

Von der Fortpflanzung der empfindbaren Wärme in der Atmosphäre. — Die Fortpflanzung der empfindbaren Wärme in der Atmosphäre wird besonders durch den Prozeß bewerkstelligt, welchen wir die Wärmezuführung genannt haben. Mit dieser sind natürlicherweise Bewegungen oder Strömungen gesetzt, welche, sofern sie in der Luft bestehen, wie wir kaum zu bemerken haben, Winde genannt werden. Die letzteren sind von der äußersten Wichtigkeit in dem Haushalte der Natur, indem sie auf die Ausgleichung der Temperatur hinwirken; und die folgende kurze Auseinandersetzung wird dazu dienen, dem Leser eine allgemeine Kenntniß von ihrer Beschaffenheit beizubringen. Die atmosphärischen Strömungen können in zwei Classen getheilt werden, nämlich in solche, welche sich mehr oder weniger über die ganze Erdkugel ausbreiten, und solche, welche durch allerlei vorübergehende Störungen der Temperaturvertheilung, deren Wirkungen sich auf einzelne Oerter beschränken, hervorgebracht werden.

Die allgemeinen Luftströmungen beruhen hauptsächlich auf

folgenden zwei Umständen, welche dem Leser, wenn er sie im Gedächtnisse behält, einen Schlüssel zum Verständnisse des ganzen Gegenstandes in die Hand geben: nämlich auf der ungleichen Temperatur des Aequators und der Pole und auf der täglichen Umwälzung der Erde um ihre Axe. Wir haben nämlich oben bemerkt, daß der volle Luftdruck auf der ganzen Erdoberfläche beinahe der nämliche und dem einer 30 Zoll hohen Quecksilbersäule gleich sei. Auch sagten wir, daß die mittlere Temperatur der Luft am Aequator und auf der Meeresfläche über 80° betrage, während sie in den Polargegenden beständig unter 32°, dem Gefrierpuncte des Wassers, stehe. Da nun die Luft durch die Wärme ausgedehnt und specifisch leichter wird, so ist einleuchtend, daß eine gegebene Luftmasse auf der Meeresfläche an den Polen beträchtlich schwerer seyn muß, als ein gleiches Quantum auf der Meeresfläche unter dem Aequator. Weil aber die Luft an den Polen kälter und schwerer ist, so wird sie das Bestreben haben, längs der Erdoberfläche von den Polen gegen den Aequator hin zu strömen und die leichtere Luft unter diesem zu verdrängen, während diese verdrängte Aequatorialluft wegen ihrer Leichtigkeit aufsteigen und über die kältere Luft hinaus nördlich und südlich gegen die Pole strömen wird, so daß das Gleichgewicht unversehrt bleibt. Zudem werden diese Strömungen immer fortdauern; denn da die Wärme des Aequators und die Kälte der Pole anhaltend ist, so wird auch stets dasselbe Bestreben zu wechseln stattfinden, und so werden die Strömungen selbst anhaltend seyn.

Diese atmosphärischen Strömungen machen ein Hauptelement der Winde aus und sind die großen Mittel, wodurch die Ausgleichung der Temperatur auf der Erdkugel bewerkstelligt wird. Befände sich die Erde in Ruhe, so gingen die Strömungen oder Winde an ihrer Oberfläche auf der nördlichen Hemisphäre stets gegen Norden und auf der südlichen stets gegen Süden, während jedenfalls die Schnelligkeit von den Polen gegen den Aequator hin, wo eine ununterbrochene Windstille statt fände, allmählig abnehmen würde. Aber die Erde ist in einem beständigen Zustande der Bewegung um ihre Axe von Westen nach

Osten, wodurch die Strömungen von ihrer nördlichen und südlichen Richtung gegen Osten abgelenkt werden. Diese östliche Ablenkung macht das andere Grundelement der Winde aus.

Jeder Leser weiß, daß auf der Oberfläche einer Kugel, welche sich, wie die Erde, um ihre Axe dreht, die Bewegung eines gegebenen Punctes am Aequator die größt- und an den Polen die kleinstmögliche ist. So beträgt, während die Pole unserer Erde ruhen, die Schnelligkeit der Bewegung eines gegebenen Punctes am Aequator ungefähr 200 deutsche Meilen in einer Stunde, von wo aus sie gegen die Pole hin allmählig abnimmt. Diese Bewegung der Erde um ihre Axe bringt eine östliche Strömung in der Atmosphäre hervor. Gäbe es nämlich keine atmosphärischen Strömungen von Norden und Süden gegen den Aequator hin, und wälzte sich dabei die Erde, wie es wirklich der Fall ist, um ihre Axe, so müßte letztere entweder während ihrer Umdrehung die aufliegende Atmosphäre mit sich führen, in welchem Falle eine beständige Windstille auf ihrer Oberfläche stattfände; oder müßte sie in der Atmosphäre sich umwälzen und diese hinter sich lassen; in welchem Falle ein starker Wind über die ganze Erdoberfläche gehen würde und zwar in einer, der Bewegung der Erde ganz entgegengesetzten Richtung, d. h. von Osten nach Westen; dieser Wind würde dann, wenn sich die Atmosphäre nicht mit der Erde bewegte, am Aequator am stärksten seyn. Nun aber wirken diese beiden Ursachen beständig zusammen und erzeugen die ganze Mannigfaltigkeit der östlichen Strömungen auf der Erdoberfläche, welche mit den vorhin beschriebenen nördlichen und südlichen die sogenannten Passatwinde hervorbringen. Ehe wir die letzteren zu erklären versuchen, wollen wir ihre Erscheinung kurz beschreiben.

Die Passatwinde auf dem atlantischen Ocean dehnen sich ungefähr 28° auf jeder Seite des Aequators aus. An ihrer äußersten nördlichen und südlichen Grenze blasen sie gewöhnlich von Osten; so wie sie aber von Norden und Süden aus dem Aequator sich nähern, kommen sie allmählig von Osten her durch alle dazwischen liegenden Puncte des Compasses, bis sie sich in der Nähe des Aequators auf der nördlichen Halbkugel gegen

Norden und auf der südlichen gegen Süden wenden. Die Passatwinde sind zwar einigen leichten Veränderungen unterworfen, welche hauptsächlich von der Stellung der Erde gegen die Sonne herrühren. In diese Veränderungen halten wir es jedoch nicht für nöthig, hier näher einzugehen. Die allgemeinen Erscheinungen mögen wohl nach den vorausgeschickten Grundsätzen so zu erklären seyn:

In den gemäßigten Himmelsstrichen der Erde scheinen die Winde keinen bestimmten Gesetzen zu gehorchen, wenigstens keinen so beharrlichen, wie die Passatwinde. Aber an den Wendekreisen wird auf beiden Halbkugeln die oben beschriebene Wirksamkeit der doppelten Ströme und Bewegungen deutlich wahrnehmbar. Dort beginnt die Erdoberfläche sich schneller zu bewegen als die aufliegende Atmosphäre, und deshalb kommen die vorherrschenden Strömungen von Osten her. In der That sind in der Nähe der Wendekreise die Strömungen beinahe völlig östlich, besonders wegen des bedeutenden und schnellen Temperaturwechsels, welcher durch die scheitelrechte Sonne der tropischen Gegenden verursacht wird, und den regelmäßigen Verlauf der großen nördlichen und südlichen Strömungen erschweren, ja vielleicht auf Augenblicke zum Stocken bringen mag. Allein gegen den Aequator hin erlangt die Atmosphäre auf beiden Halbkugeln allmählig die Geschwindigkeit der Erde, während in demselben Verhältnisse die Stärke des östlichen Stromes abnimmt und endlich völlig verschwindet. Da zugleich die Strömungen von Norden und Süden her fortdauern, so beugen sich auf der nördlichen Halbkugel die östlichen Strömungen gegen Norden, und auf der südlichen gegen Süden ab, bis, sich selbst überlassen, die Polarströme dem Aequator sich zuwenden, wie wenn gar keine Bewegung der Erde Statt fände.

Diesen großen atmosphärischen Strömen sind die Schwankungen des Barometers und die unzähligen Modifikationen verschiedener Lokalitäten zu Wasser und zu Lande, auf Bergen und in Thälern zuzuschreiben. Denn bei dem genau ins Gleichgewicht gesetzten Zustande der jene Ströme hervorbringenden Kräfte können kleine Unregelmäßigkeiten der Temperatur große

Störungen veranlassen, und ungleich auf die einander entgegengesetzten Ströme wirkende Ausdehnungen und Zusammenziehungen verändern ihre verschiedenen Geschwindigkeiten. Daher bilden sich nothwendig an manchen Orten Anhäufungen und an andern diesen entsprechende Lücken, und erzeugen weit größere Schwankungen des Barometers, als durch den ganzen Wasserdunst entständen, wenn er auf einmal hinzugethan oder weggenommen würde. Zugleich bringen diese unregelmäßigen Vertheilungen durch das Streben nach Herstellung des Gleichgewichts temporäre und veränderliche Winde hervor, welche die regelmäßigen Strömungen modifiziren und besonders in den gemäßigten Himmelsstrichen, wo die Temperaturwechsel und die Schwankungen des Barometers am bedeutendsten sind, ihnen oft gerade die entgegengesetzte Richtung geben.

Dieß sind die Elemente der allgemeinen Strömungen unserer Atmosphäre, und dieß die Wege, auf welchen die letzteren äußerste Temperaturen sammt deren Folgen verhüten. Dieselben Ursachen sind beständig auf verschiedene Weise und in verschiedenen Graden wirksam, und bringen so die ganze grenzenlose Mannigfaltigkeit der Winde hervor, welche wir in der Natur wahrnehmen. Diese sind so zahlreich und verschieden, daß sie in der That aller Erklärungs- und Eintheilungsversuche spotten, weßwegen wir nur Ein Beispiel zum Zwecke der Erläuterung anführen wollen, — die See- und Landwinde.

Die Erklärung der sogenannten See- und Landwinde ist sehr einfach und läßt sich auf viele ähnliche Erscheinungen anwenden. Den Tag über, wo die Oberfläche des Landes Wärme empfängt, theilt dieselbe ihre Temperatur der aufliegenden Luft mit. Diese dehnt sich aus, wird dadurch specifisch leichter und steigt folglich in die Höhe, während die kühlere Luft der nahen See eilig sich an ihre Stelle drängt und dadurch die Strömung erzeugt, welche man Seewind nennt. Nachts dagegen verlieren die Gewässer des Oceans ihre Wärme weit langsamer als das Land, und der umgekehrte Prozeß, d. h. der Landwind, tritt ein. In heißen Climaten, in der Nähe der Meeresfläche und auf Inseln bringen diese Winde eine sehr angenehme Abwechslung hervor.

2) Von dem Vorhandensein von Wasser in der Atmosphäre. — Im vorigen Abschnitte haben wir eine Uebersicht jener schönen Vorsichtsmaßregeln zu geben gesucht, welche vermittelst der Beschaffenheit der Atmosphäre getroffen worden sind, um die aus der ungleichen Vertheilung von Licht und Wärme auf der Erde nothwendig entspringenden Folgen abzuwenden. Jetzt kommen wir an einen andern ebenso wichtigen Gegenstand, nämlich an die auf dem Vorhandensein von Wasser in der Atmosphäre beruhenden Erscheinungen, welche hauptsächlich das ausmachen, was wir die Witterung nennen.

Die auf dem Vorhandensein von Wasser in der Atmosphäre beruhenden Erscheinungen können unter folgenden vier Gesichtspunkten betrachtet werden: — a) von den Erscheinungen der Verdunstung und Verdichtung, und von der allgemeinen Abhängigkeit des Wasserdunstes von der Temperatur; b) von den Eigenschaften einer Atmosphäre von bloßem Dunst und einer aus Dunst und Luft gemischten Atmosphäre; c) von den allgemeinen Verhältnissen der Verdunstung und Verdichtung, wie sie in unserer Atmosphäre bestehen, so wie von den Umständen, welche auf diese Verhältnisse einfließen; d) von der Vertheilung des Lichts und der Wärme in der latenten und zersetzten Form durch den Dunst der Atmosphäre, und von den Wirkungen dieser Vertheilung.

a) Von den Erscheinungen der Verdunstung und Verdichtung, und von der allgemeinen Abhängigkeit des Dunstes von der Temperatur. — Wir haben oben der Thatsache erwähnt, daß das Wasser in größerem oder geringerem Grade in allen Temperaturen die elastische Form annimmt. Von diesem Streben desselben kommt es her, daß nicht blos der Ocean, sondern auch das Eis und der Schnee einen immerwährenden Beitrag zu der Feuchtigkeit der Luft liefern, und daß diese wichtige, für das vegetabilische wie für das animalische Leben so unumgänglich nothwendige Flüssigkeit auf der Oberfläche der ganzen Erde vertheilt ist. Betrachtet man daher die Verhältnisse des Wassers in der Atmosphäre zur Temperatur, so sind die Erscheinungen, welche unsere Aufmerk-

samkeit in Anspruch nehmen, die Vorgänge, wodurch das Wasser von der Atmosphäre aufgenommen und wieder von derselben ausgeschieden wird, d. h. die Vorgänge der Verdunstung und Verdichtung.

Bei einer Untersuchung der Beschaffenheit der Verdunstung müssen folgende Fragen zuerst beantwortet werden: Warum ist in der Atmosphäre Feuchtigkeit vorhanden? Durch welche Kraft wird ihr Vorhandensein und ihre Quantität beschränkt? Die Antwort auf diese Fragen hängt von den Eigenschaften der Materie im Allgemeinen und des Dunstes im Besonderen, wie sie oben beschrieben worden sind, ab. Die Erinnerung an diese Eigenschaften wird den Leser in den Stand setzen, das Folgende zu verstehen.

Wenn Wasser in einem offenen Gefäße der Luft ausgesetzt wird, so haben die Molekulen der obersten Schichte ein natürliches Streben, den ihrer Temperatur angemessenen Grad von Polarität anzunehmen. Wenn sie daher, entweder durch Verlust eines Theils ihrer eigenen empfindbaren Wärme oder der der Atmosphäre, die zur Hervorbringung jener Polarität nothwendige latente Wärme erlangt haben, so werden sie selbstrepulsiv und steigen als Dunst in die Höhe. Ist der Raum oberhalb des Wassers begränzt und leer, so steigen sie mit solcher Schnelligkeit auf, daß sie ihn augenblicklich anfüllen; ist er aber von Luft eingenommen oder von unbegränztem Umfange, so erheben sie sich langsamer, so daß sie sich allmählig durch den ganzen Raum verbreiten, ganz nach demselben Grundsatze und auf dieselbe Weise, wie ein gasförmiger Körper sich durch einen andern verbreitet.

Dies wäre eine kurze Erklärung dessen, was man unter Verdunstung versteht. Jetzt haben wir die Mittel zu untersuchen, durch welche sie nicht blos bewerkstelligt, sondern auch innerhalb gewisser Gränzen gehalten wird.

In einem der früheren Kapitel bemerkten wir, daß die elastische Kraft, welche von allen Körpern im gasförmigen Zustande ausgeübt wird, in einem gewissen Verhältnisse zu ihrer Temperatur stehe; daß aber der Grad jener Kraft nach

anderen Umständen sich richte, besonders darnach, ob der gasförmige Körper bei der gegebenen Temperatur eben so gut im flüssigen oder im festen, als im gasförmigen Zustande bestehen könne.

So ist die atmosphärische Luft nicht blos bei der Temperatur von 32°, sondern bei allen bekannten Temperaturen ein gasförmiger Körper, und übt unter den gewöhnlichen Umständen eine dem Gewichte einer 30 Zoll hohen Quecksilbersäule gleiche Kraft aus, während bei derselben Temperatur von 32° das Wasser fest ist, und die Kraft der Elasticität seines Dunstes nur etwa dem Fünftheil eines Quecksilberzolles entspricht. Dagegen bei und über 212°, seinem Siedpunkte, kann das Wasser unter den gewöhnlichen Umständen nur als Gas bestehen; und in dieser Form und bei der Temperatur von 212° gehorcht es genau denselben Gesetzen und übt dieselbe elastische Kraft aus, wie beides von der atmosphärischen Luft unter den gleichen Umständen geschehen würde. Daher ist leicht einzusehen, warum das Gesetz der elastischen Kraft des Dunstes unter 212° ein ganz anderes ist, als das jener Kraft über 212°, eine durch Experimente erprobte Thatsache. Aus den obigen Bemerkungen erhellt, daß unter gleichen sonstigen Umständen das Streben des Wassers, die Form des Dunstes anzunehmen, oder das Verhältniß seiner Verdunstung sowohl als die in der Atmosphäre wirklich vorhandene Quantität Wasser im Zustande des Dunstes je nach dem Steigen der Temperatur ebenfalls steigen wird. Es ist nicht nöthig, das Gesetz dieses Steigens im Einzelnen darzulegen; für unsern Zweck genügt vielmehr die Bemerkung, daß bei allen Temperaturen unter dem Siedpuncte des Wassers, d. h. bei allen gewöhnlichen atmosphärischen Temperaturen, während die Temperatur langsam und gleichförmig oder in arithmetischer Progression steigt, das entsprecheude Verhältniß der elastischen Kraft des Dunstes, wodurch die Quantität des Wassers als Dunst bestimmt wird, weit schneller oder beinahe in geometrischer Progression zunimmt. Diese wichtige Thatsache steht mit mehreren höchst interessanten Umständen in engem Zusammenhange.

In Beziehung auf die Erscheinungen der Verdichtung des Dunstes der Atmosphäre mag Folgendes bemerkt werden. Die Quantität des Wassers im Zustande der Auflösung kann in der Atmosphäre nie größer, wohl aber kleiner seyn, als die der Temperatur zukommende. Wenn daher Dunst oder, was das nämliche ist, ein Theil mit Dunst gesättigter Luft bei einer gegebenen Temperatur bis unter den Sättigungspunct abgekühlt wird, so trennt sich ein Theil des Dunstes in der Form von flüssigem Wasser, während der zurückbleibende die der neu erlangten verminderten Temperatur entsprechende elastische Natur annimmt. Die Formen, welche von dem so ausgeschiedenen Wasser angenommen werden, sind mannigfaltig, und hängen großentheils von der losgetrennten Quantität und der in der atmosphärischen Luft stattfindenden Lostrennung ab. Ist die ausgeschiedene Wassermasse klein, so werden die winzigen losgetrennten, durch einen weiten Raum verbreiteten, Theilchen in der Atmosphäre vermittelst deren Hebkraft festgehalten und nehmen die Form von dem an, was wir der Unterscheidung halber sichtbaren Dunst nennen wollen, nämlich von Nebel, Wolken u. s. w. Ist aber die losgetrennte Masse größer, so sammeln sich die Theilchen in Tropfen, welche zu groß sind, um von der atmosphärischen Hebkraft gehalten werden zu können, und daher als Regen, Hagel u. s. w. auf die Erde fallen. Von den zwei großen Vorgängen der Verdunstung und Verdichtung ist ferner zu bemerken, daß sie vermöge einer bewundernswürdigen Vorkehrung ein beständiges Streben haben, jedes seine eigenen Wirkungen zu beschränken. Die Verdunstung wird nämlich durch Wärme vermehrt und macht kalt, während die Verdichtung durch Kälte hervorgebracht wird und Wärme frei macht. Ueberdies wird das Wasser in Folge einer anderen wunderbaren Einrichtung durch die Verdunstung von allen fremden Körpern völlig geschieden und verdichtet sich so in einem Zustande vollkommener Reinheit.

b) Von den Eigenschaften einer Atmosphäre von bloßem Dunst und von einer aus Dunst und Luft gemischten Atmosphäre. — Wir müssen jetzt die

Art und Weise, wie der Dunst in der Atmosphäre vorhanden ist, genauer betrachten. Um das Verständniß der Sache zu erleichtern, wollen wir uns zuerst die Luft wegdenken und untersuchen, welches die Eigenschaften einer Dunstatmosphäre unter dem auf der Erdoberfläche und in verschiedenen Höhen über derselben bestehenden Drucke und bei der daselbst vorhandenen Temperatur wären.

Da die elastische Kraft des Dunstes schneller zunimmt, als seine Temperatur, und da die mittlere Temperatur unter dem Aequator wenigstens 80° beträgt, während sie an den Polen unter 32° steht; so folgt, daß in einer mit der unserer Erde gleiche Wärme enthaltenden Atmosphäre von Dunst die spezifische Schwere des letzteren unter dem Aequator die des Dunstes an den Polen weit übersteigen würde. So äußert dieser unter denselben Umständen eine der Luft geradezu entgegengesetzte Eigenschaft. Daher wäre die Richtung der Seitenströmungen in einer Dunstatmosphäre auf der Erdoberfläche gerade die umgekehrte von der in einer Luftatmosphäre: sie ginge nämlich von dem Aequator gegen die Pole hin, anstatt, wie in der Luft, von den Polen gegen den Aequator.

Das Gesetz, wornach die Temperatur der Atmosphäre abnimmt, je mehr man von der Erdoberfläche aufsteigt, weil nämlich die atmosphärische Luft der Voraussetzung nach ohne Feuchtigkeit ist, haben wir bereits dargelegt. Ein ähnliches Gesetz würde das Abnehmen der Temperatur in einer Dunstatmosphäre bestimmen, nur ginge hier die Abnahme weit langsamer vor sich, als in einer Atmosphäre von völlig trockener Luft. So würde unter dem Aequator, wo die mittlere Temperatur auf dem Meeresspiegel wenigstens 80° beträgt, die Temperatur einer Atmosphäre von völlig trockener Luft in einer Höhe von 15,000 Fuß auf den Gefrierpunct herabsinken, während die Temperatur einer Dunstatmosphäre in derselben Höhe nur auf 70° herabsänke. In allen Parallelkreisen von einer niedrigeren, mittleren Temperatur bis herab zu der niedrigsten an den Polen, würden in einiger Erhabenheit über dem Meeresspiegel ähnliche Verschiedenheiten zwischen der Temperatur einer Atmosphäre

von völlig trockener Luft und der einer Dunstatmosphäre sich zeigen. Zugleich überstiege in dem ganzen Raume von dem Aequator bis zu den Polen die specifische Schwere des Dunstes auf dem Meeresspiegel stets seine specifische Schwere in einiger Erhabenheit über demselben. Daher fände sich in einer Dunst-Atmosphäre kein Streben nach scheitelrechten Strömungen.

Nachdem wir so die Haupt-Eigenschaften einer Luft- und einer bloßen Dunstatmosphäre angegeben haben, kommen wir an den eigentlichen Gegenstaud unserer Untersuchung, nämlich an die Beschaffenheit einer aus einer Mischung von Luft und Dunst bestehenden Atmosphäre — einer solchen also, wie diejenige ist, in welcher wir leben.

Es kann für den Leser keine Schwierigkeit haben, sich die Beschaffenheit einer gemischten Atmosphäre zu denken, wenn er einerseits das genau verstanden hat, was oben über die einfachen Atmosphären, aus welchen jene besteht, bemerkt worden ist, und andererseits zwei weitere Umstände, welche jetzt erwähnt werden sollen, ins Auge faßt. Die letzteren stehen in engem Zusammenhange sowohl mit den bereits angegebenen Grundsätzen, als unter einander selbst, und eine Darlegung derselben ist durchaus nothwendig, um dem Leser eine richtige Vorstellung von dem Verhältnisse einer Dunst-Atmosphäre zu einer Luft-Atmosphäre beizubringen. Absichtlich ist die Betrachtung dieser Umstände bis auf diese Stelle verschoben worden, damit ihre Wichtigkeit da eingesehen würde, wo ihre Anwendung unmittelbar erforderlich ist. Sie bestehen in Folgendem:

Wenn Dunst und Luft mit einander vermischt werden, so hängt das daraus sich ergebende Volum der Mischung von der Größe der elastischen Kraft des Dunstes und der Luft, nicht aber von dem Verhältnisse der Volume der letzteren zu einander ab. Wird z. B. ein Kubikfuß Luft bei der Temperatur von 32°, welche eine 30 Zollen Quecksilber entsprechende elastische Kraft ausübt, mit einem Kubikfuß Dunst vermischt, welcher dieselbe Temperatur hat, dessen elastische Kraft aber nur gleich ⅕ Zoll Quecksilber ist, so beträgt das daraus entspringende Volum der Mischung nicht 2 Kubikfuß, sondern nur 1,0066

Fuß. Da deshalb das Hinzukommen des Dunstes zu der Luft den Umfang der letzteren verhältnißmäßig nur wenig vergrößert, und folglich auch ihre specifische Schwere nur in einem geringen Grade vermindert, so hat der in den oben beschriebenen großen Luftströmungen enthaltene Dunst beinahe keinen Einfluß auf dieselben.

Wenn zwei Theile Dunst von verschiedenen Temperaturen mit einander vermischt werden, oder wenn ein Dunsttheil mit einem Wassertheile oder einem andern Körper, der kälter ist, als der Dunst, in Vermischung oder Berührung gebracht wird, so ist die sich ergebende mittlere Temperatur, was für eine diese auch sein mag, in beiden Fällen diejenige, welche die elastische Kraft der Mischung bestimmt. Da nun die elastische Kraft des Dunstes von der Temperatur von 32° äußerst schnell zu 212° sich erhebt, indem ihre Zunahme in geometrischer Progression vor sich geht, während das Steigen der Temperatur in arithmetischer Progression vor sich geht, so folgt, daß, wenn zwei Dunsttheile von gleichem Umfange, aber von verschiedenen Temperaturen, mit einander vermischt werden, oder wenn man einen Dunsttheil mit einem kälteren festen Körper in Berührung bringt, die sich ergebende mittlere Temperatur stets *unter* derjenigen stehen wird, welche erforderlich ist, um das Wasser im Zustande des Dunstes zu erhalten. Daher ist die Folge einer jeden solchen Vermischung oder Berührung die Verdichtung eines Theils des Dunstes zu Wasser. In einem späteren Theile dieses Abschnittes wird es nöthig sein, diese wichtige Thatsache weiter zu erläutern; hier mag nur ein bekanntes Beispiel angeführt werden. Würde ein Pfund Wasser bei der Temperatur von 212°, welches im Zustande des Dunstes einen Raum von etwa 27 Kubikfuß einnähme, mit einem Pfund Wasser unter einer Temperatur von 32° plötzlich vermischt; so wäre die Wirkung davon eine augenblickliche Verdichtung des größeren Theils des Dunstes zu Wasser. Denn die sich ergebende mittlere Temperatur bliebe offenbar weit hinter 212° zurück, unter welcher Temperatur die elastische Kraft des Dunstes äußerst schnell abnimmt. Auf dieser Eigenschaft des letzteren beruht die Wirksamkeit der gemeinen Dampfmaschine.

Und hiemit ist der Leser endlich zu der verwickelten Betrachtung einer aus Dunst und Luft gemischten Atmosphäre vorbereitet.

Wir haben nemlich gezeigt, daß die Abnahme der Temperatur einer Dunstatmosphäre beim Aufsteigen von der Erdoberfläche weit geringer wäre, als die einer Luftatmosphäre. Nun aber bleibt bei allen Temperaturen die atmosphärische Luft, während das Vorhandensein des Dunstes von der Temperatur abhängt; woraus folgt, daß in einer aus Dunst und Luft gemischten Atmosphäre die Quantität des in der Mischung enthaltenen Dunstes allein durch die Temperatur der Luft bestimmt wird, d. h. die Quantität des in einer Luftatmosphäre enthaltenen Dunstes kann zwar geringer seyn, als die der Temperatur der Luft entsprechende Quantität, aber nie größer. Ist sie aber in einer solchen gemischten Atmosphäre gerade die der Lufttemperatur entsprechende Quantität, so wird von einer solchen Atmosphäre gesagt, sie sei mit Dunst gesättigt.

Aber weder auf der Erdoberfläche noch in irgend einer Höhe über derselben kann der Grad der Sättigung einer aus Luft und Dunst gemischten Atmosphäre demjenigen gleich seyn, welcher der Temperatur der Luft zukommt, und der Unterschied zwischen diesen zwei Sättigungsgraden nimmt von oben nach unten zu. Die Ursache dieser Verschiedenheit soll jetzt erklärt werden. Da das Steigen der Temperatur der Luft, von oben nach unten, in arithmetischer Progression vor sich geht, und da die Luft in einer gemischten Atmosphäre derjenige Bestandtheil ist, welcher die ganze Mischung beherrscht; so muß die Zunahme der Elastizität des Dunstes, anstatt dem geometrischen Verhältnisse zu folgen, das ihm als Dunst zukommt, sich nach dem arithmetischen Verhältnisse des Steigens der Temperatur der Luft richten. Das Ergebniß hievon ist nothwendig, daß die in einer gemischten Atmosphäre vorhandene Dunstquantität bei einer allmähligen Abnahme der Erhabenheit über die Erdoberfläche allmählig kleiner werden wird, und zwar kleiner, als diejenige, welche zur Sättigung der Luft erforderlich wäre. Ein Beispiel wird die Sache klar machen.

Unter dem Aequator steht, wie wir oben bemerkten, 15,000

Fuß über der Meeresfläche, die Temperatur der Luft etwa auf 32°. Nehmen wir nun an, die Luft sei in dieser Höhe mit Dunst gesättigt. Aus Dr. Daltons Tabelle der Spannung oder elastischen Kraft des Dunstes bei verschiedenen Temperaturen erhellt, daß dieselbe bei 32° dem Gewichte eines 0,200 Zolls Quecksilber gleich ist, und daß der Unterschied zwischen der Elastizität des Dunstes bei 32° und der bei 33° — dieß wäre nämlich das erste Glied in unserer angenommenen arithmetischen Reihe — 0,007 Zoll Quecksilber beträgt. Nun ist aber der Unterschied zwischen 32° und 80°, der mittleren Temperatur der Meeresfläche unter dem Aequator, 48°. Nimmt man daher an, jeder dieser 48 Grade steige in arithmetischer Proportion, und rechnet man hiebei auf jeden derselben 0,007, so wird die Elastizität für die 48 Grade zusammen 0,336 betragen, welche zu 0,200, der Elastizität bei 32°, addirt, 0,536 Zoll gibt, als die dem Dunste bei 80°, der Temperatur der Erdoberfläche unter dem Aequator, entsprechende Elastizität. Allein in eben derselben Tabelle Dr. Daltons finden wir, daß 0,536 nicht die Elastizität des Dunstes bei 80°, sondern die bei etwa nur 61° darstellt. Nach dieser Schätzung muß, während die Temperatur der Erdoberfläche 80° beträgt, unter dem Aequator der Punct der Sättigung mit Dunst 19° unter dieser Temperatur liegen. Daraus folgt, daß in jener Gegend die unmittelbar auf der Erdoberfläche liegende Luft verhältnißmäßig trocken ist. Auch muß die Ursache, welche dieser Nachweisung gemäß die Trockenheit der Aequatorialluft auf der Erdoberfläche hervorbringt, auf der ganzen Erdkugel verschiedene Grade desselben Einflusses ausüben. Aber überall kann die auf der Erdoberfläche aufliegende Luft stets nur unter dem Sättigungsgrade stehen, da der beziehungsweise Grad der Trockenheit unter dem Aequator am höchsten steht, und, je mehr wir nördlich oder südlich gegen die Pole zurückgehen, allmählig abnimmt.

In einer solchen gemischten Atmosphäre, wie wir sie uns vorgestellt haben, und wie sie wirklich unsere Erdkugel umgibt — wenn sie sich im Zustande ungestörten Gleichgewichts befindet, und in dem der Ruhe gedacht wird — wird der beigemischte

Dunst beinahe dasselbe Streben nach Bewegung haben, das in einer reinen Dunstatmosphäre, wie eine solche oben von uns beschrieben wurde, stattfinden würde. Aber wegen der gleichmäßigern Vertheilung des Dunstes da, wo er mit Luft vermischt ist, wird der Abstand zwischen den specifischen Schweren verschiedener Dunsttheile in verschiedenen Theilen der Atmosphäre weit weniger auffallend seyn, als wenn die letztere blos aus Dunst bestände. Daher werden auch die auf solchen Verschiedenheiten der specifischen Schwere beruhenden Verhältnisse der Bewegung in einer gemischten Atmosphäre, auch wenn diese mit Dunst gesättigt ist, weniger bemerkbar seyn, als dieß in einer rein wässerigen Atmosphäre der Fall wäre; während in einer ungesättigten die Bewegungen des Dunstes dem Einflusse der Bewegungen der Luft noch mehr unterworfen seyn müssen, als in einer Luftatmosphäre auf dem höchsten Sättigungsgrade.

Ehe wir diesen Theil unserer Untersuchung schließen, wollen wir einen Augenblick die Folgen dieser vergleichungsweisen Trockenheit der niedrigeren Atmosphäre zunächst an der Erde in Erwägung ziehen. Auf dem größeren Theile der Erde hat die Luft, welche wenigstens den Tag über durch die Berührung mit der Erdoberfläche erwärmt und dadurch leichter wird, ein beständiges Streben, in die höhere Atmosphäre aufzusteigen. Wäre nun diese Luft mit Dunst gesättigt, so würde, wenn sie sich bei ihrem Aufsteigen mit kälterer Luft vermischte, ihr Dunst immer mehr oder minder verdichtet, und eine Wolke müßte sich bilden. Lebten wir daher in einer solchen Atmosphäre, so würden wir beständig in einen Nebel gehüllt seyn, durch welchen die Sonne nicht sichtbar wäre. Aber durch die wohlwollende Anordnung, deren wir uns erfreuen, ist diese Folge so völlig vermieden, daß, ausgenommen unter besonderen Umständen und auch dann immer nur zu wohlthätigen Zwecken, die Luft an der Erdoberfläche fast nie mit Feuchtigkeit gesättigt ist. Die Luft, welche durch Berührung mit der Erde erwärmt worden ist, kann daher von der Oberfläche der letzteren aufsteigen, ohne eine Verdichtung ihrer Feuchtigkeit innerhalb der Gränzen ihres Sättigungspunctes. So muß sie unter dem Aequator, ehe sie die Temperatur von 61°,

dem angenommenen Puncte ihrer Sättigung, erreicht, bis zu der Höhe von 6000 bis 7000 Fuß aufsteigen. In dieser Höhe verdichtet sich ihr Dunst und es entsteht eine Wolke, welche entweder auf den Fleck hinabstürzt, von welchem der sie bildende Dunst aufgestiegen ist, oder von den Strömungen der Atmosphäre hinweggeführt wird, um eine andere Gegend zu erfrischen, oder sich in der Luft wieder auflöst; während in allen diesen Fällen der ganze untere Theil der Atmosphäre frei von Nebel ist und vollkommen hell bleibt. Diese Wirkungen gehen unablässig vor sich, ja die Wolken selbst bringen dadurch, daß sie ihre latente Wärme von sich geben, und die Erdoberfläche vor dem directen Einflusse der Sonne schützen, eine weitere Wirkung hervor und haben ein beständiges Streben, ihr eigenes Wesen und Daseyn zu verändern.

Das allgemeine Ergebniß der mit den Eigenschaften des Dunstes verbundenen, so künstlichen und schönen Maschinerie ist; wie wir oben bemerkten, das, daß fortwährend Wasser in die Atmosphäre steigt, wo es sich auf der ganzen Erde wieder zu Regen u. s. w. verdichtet. Wir wollen daher nun, ein wenig mehr ins Einzelne gehend, die Verhältnisse der zwei großen Prozesse der Verdunstung und Verdichtung untersuchen, wodurch diese wichtigen Anordnungen zur Ausführung gebracht werden.

c. **Von den allgemeinen Verhältnissen der Verdunstung und Verdichtung, wie sie in unserer Atmosphäre bestehen, so wie von den Umständen, welche auf diese Verhältnisse Einfluß haben.** — Wir haben bereits die allgemeinen Erscheinungen der Verdunstung und Verdichtung beschrieben und die Gesetze angegeben, auf welchen sie beruhen. Hier wird es daher hinreichend seyn, den Leser daran zu erinnern, daß der Grad und das Verhältniß der Verdunstung, obgleich sie mit der Temperatur steigen, doch hauptsächlich von dem vorhandenen Grade der Sättigung der Luft abhängen; d. h. unter allen Temperaturen nimmt die Verdunstung in dem Verhältniß ab, in welchem die Luft, die den Dunst aufnimmt, sich ihrem Sättigungspuncte nähert.

Daraus folgt, daß in einer mit Feuchtigkeit vollkommen gesättigten und in einem Zustande thermalen und dynamischen Gleichgewichts sich befindenden Atmosphäre weder Verdunstung noch Verdichtung stattfinden kann. Diese Prozesse zeigen daher immer eine Störung des thermalen oder Wärmegleichgewichts in irgend einem Theile der Atmosphäre an. Verdichtung nämlich weist auf eine Herabdrückung der Temperatur unter die mittlere oder den Punct des Wärmegleichgewichts hin; Verdunstung dagegen beweist, daß die Temperatur in einem Theile der Atmosphäre über die mittlere sich erhoben hat oder wenigstens, daß die unter die mittlere hinabgedrückte Temperatur wiederum im Aufsteigen zu dem mittleren Puncte begriffen ist. Diese beiden Prozesse können auf diese Weise als gegenseitig abhängig gedacht werden, so daß der eine nicht stattfinden kann ohne den andern. Aus diesem Grunde bewegen sie sich, in dem ganzen großen Gebiete der Natur, innerhalb gewisser Gränzen, welche nie überschritten werden, um den Punct des Gleichgewichts, und die letzteren nehmen, obgleich sie unzähligen Unregelmäßigkeiten unterworfen sind, im Allgemeinen vom Aequator aus gegen die Pole hin ab.

Was die Temperatur betrifft, welche den Punct des Gleichgewichts ausmacht, so würde dieser also in einer Dunstatmosphäre der höchste Sättigungspunct seyn. Aber in einer aus Dunst und Luft gemischten, wie die unsrer Erdkugel ist, kann der Punct des Gleichgewichts nicht der der äusserſten, sondern muß der oben beschriebene niedrigere Punkt der Sättigung seyn, wie er durch die Temperatur der vorherrschenden Luft bestimmt wird. So wird unter dem Aequator, wo die mittlere Temperatur auf der Meeresfläche ungefähr 80° beträgt, der mittlere Punct der Sättigung nach unserer früheren Berechnung 61° seyn; während er zu London, wo die mittlere Jahrestemperatur 49½° beträgt, von Daniell auf 44½° festgestellt worden ist. In gemäßigten Klimaten wechselt er mit den Jahreszeiten von Tag zu Tag, indem er im Sommer höher ist, als im Winter. In einem kürzeren Zeitraume, wie dem eines Tages und einer Nacht, steht der mittlere Sättigungspunct, wie zu erwarten ist,

gewöhnlich in einem gewissen Verhältnisse zu dem niedersten Grade, zu welchem die Temperatur während jenes Zeitraums herabgesunken ist, da der Hygrometer *) zeigt, daß der Sättigungsgrad in irgend einer Stunde selten unter dem der niedrigsten Temperatur der 24 Stunden entsprechenden Sättigungspuncte steht, auf welchem er beinahe gleichförmig beharrt, so daß dieser während der wärmern Theile des Tages gewöhnlich nur um wenige Grade verschieden ist. Das Steigen und Sinken desselben in gemäßigten Klimaten ist auf diese Weise eine andere und fortwährende Ursache von Veränderungen und erzeugt eine Mannigfaltigkeit der Verdunstung und Verdichtung, welche jedes Versuchs einer genauen Zusammenstellung spottet.

Aus dem Gesagten wird erhellen, daß in einer gemischten Atmosphäre das Maß der Verdunstung und Verdichtung unter sonstigen gleichen Umständen auf der Verschiedenheit der Temperatur der Luft nicht von dem höchsten, sondern von dem mittleren Sättigungspuncte beruht; d. h., je nachdem diese Verschiedenheit wächst, zu- oder abnimmt.

Von der Beschaffenheit und den Ursachen der Bewegungen des Dunstes durch die Luft der Atmosphäre. — Das Wasser wird auf zweifache Weise durch die Atmosphäre verbreitet, nämlich durch die Bewegungen des eigentlich sogenannten Dunstes und durch die des sichtbaren Dunstes oder der Wolken.

In Beziehung auf die Bewegungen des eigentlichen Dunstes mag bemerkt werden, daß derselbe theils durch Zuführung durch die Atmosphäre verbreitet wird, hauptsächlich aber vermittelst des oben beschriebenen Strebens, welches dem Wasser unter

---

*) Der Hygrometer ist ein Instrument zur Messung des Grades der Feuchtigkeit der Atmosphäre. Wir sprechen von Hrn. Daniell's Hygrometer, welcher allein nach wissenschaftlichen Grundsätzen eingerichtet ist. Derselbe zeigt denjenigen Grad der Temperatur, bei welchem aus der Atmosphäre Wasser ausgeschieden wird, also ihren Sättigungszustand an.

In Beziehung auf die Erscheinungen der Verdichtung des Dunstes der Atmosphäre mag Folgendes bemerkt werden. Die Quantität des Wassers im Zustande der Auflösung kann in der Atmosphäre nie größer, wohl aber kleiner seyn, als die der Temperatur zukommende. Wenn daher Dunst oder, was das nämliche ist, ein Theil mit Dunst gesättigter Luft bei einer gegebenen Temperatur bis unter den Sättigungspunct abgekühlt wird, so trennt sich ein Theil des Dunstes in der Form von flüssigem Wasser, während der zurückbleibende die der neu erlangten verminderten Temperatur entsprechende elastische Natur annimmt. Die Formen, welche von dem so ausgeschiedenen Wasser angenommen werden, sind mannigfaltig, und hängen großentheils von der losgetrennten Quantität und der in der atmosphärischen Luft stattfindenden Lostrennung ab. Ist die ausgeschiedene Wassermasse klein, so werden die winzigen losgetrennten, durch einen weiten Raum verbreiteten, Theilchen in der Atmosphäre vermittelst deren Hebkraft festgehalten und nehmen die Form von dem an, was wir der Unterscheidung halber sichtbaren Dunst nennen wollen, nämlich von Nebel, Wolken u. s. w. Ist aber die losgetrennte Masse größer, so sammeln sich die Theilchen in Tropfen, welche zu groß sind, um von der atmosphärischen Hebkraft gehalten werden zu können, und daher als Regen, Hagel u. s. w. auf die Erde fallen. Von den zwei großen Vorgängen der Verdunstung und Verdichtung ist ferner zu bemerken, daß sie vermöge einer bewundernswürdigen Vorkehrung ein beständiges Streben haben, jedes seine eigenen Wirkungen zu beschränken. Die Verdunstung wird nämlich durch Wärme vermehrt und macht kalt, während die Verdichtung durch Kälte hervorgebracht wird und Wärme frei macht. Ueberdies wird das Wasser in Folge einer anderen wunderbaren Einrichtung durch die Verdunstung von allen fremden Körpern völlig geschieden und verdichtet sich so in einem Zustande vollkommener Reinheit.

b) Von den Eigenschaften einer Atmosphäre von bloßem Dunst und von einer aus Dunst und Luft gemischten Atmosphäre. — Wir müssen jetzt die

Art und Weise, wie der Dunst in der Atmosphäre vorhanden ist, genauer betrachten. Um das Verständniß der Sache zu erleichtern, wollen wir uns zuerst die Luft wegdenken und untersuchen, welches die Eigenschaften einer Dunstatmosphäre unter dem auf der Erdoberfläche und in verschiedenen Höhen über derselben bestehenden Drucke und bei der daselbst vorhandenen Temperatur wären.

Da die elastische Kraft des Dunstes schneller zunimmt, als seine Temperatur, und da die mittlere Temperatur unter dem Aequator wenigstens 80° beträgt, während sie an den Polen unter 32° steht; so folgt, daß in einer mit der unserer Erde gleiche Wärme enthaltenden Atmosphäre von Dunst die spezifische Schwere des letzteren unter dem Aequator die des Dunstes an den Polen weit übersteigen würde. So äußert dieser unter denselben Umständen eine der Luft geradezu entgegengesetzte Eigenschaft. Daher wäre die Richtung der Seitenströmungen in einer Dunstatmosphäre auf der Erdoberfläche gerade die umgekehrte von der in einer Luftatmosphäre: sie ginge nämlich von dem Aequator gegen die Pole hin, anstatt, wie in der Luft, von den Polen gegen den Aequator.

Das Gesetz, wornach die Temperatur der Atmosphäre abnimmt, je mehr man von der Erdoberfläche aufsteigt, weil nämlich die atmosphärische Luft der Voraussetzung nach ohne Feuchtigkeit ist, haben wir bereits dargelegt. Ein ähnliches Gesetz würde das Abnehmen der Temperatur in einer Dunstatmosphäre bestimmen, nur ginge hier die Abnahme weit langsamer vor sich, als in einer Atmosphäre von völlig trockener Luft. So würde unter dem Aequator, wo die mittlere Temperatur auf dem Meeresspiegel wenigstens 80° beträgt, die Temperatur einer Atmosphäre von völlig trockener Luft in einer Höhe von 15,000 Fuß auf den Gefrierpunct herabsinken, während die Temperatur einer Dunstatmosphäre in derselben Höhe nur auf 70° herabsänke. In allen Parallelkreisen von einer niedrigeren, mittleren Temperatur bis herab zu der niedrigsten an den Polen, würden in einiger Erhabenheit über dem Meeresspiegel ähnliche Verschiedenheiten zwischen der Temperatur einer Atmosphäre

von völlig trockener Luft und der einer Dunstatmosphäre sich zeigen. Zugleich überstiege in dem ganzen Raume von dem Aequator bis zu den Polen die specifische Schwere des Dunstes auf dem Meeresspiegel stets seine specifische Schwere in einiger Erhabenheit über demselben. Daher fände sich in einer Dunst-Atmosphäre kein Streben nach scheitelrechten Strömungen.

Nachdem wir so die Haupt-Eigenschaften einer Luft- und einer bloßen Dunstatmosphäre angegeben haben, kommen wir an den eigentlichen Gegenstaud unserer Untersuchung, nämlich an die Beschaffenheit einer aus einer Mischung von Luft und Dunst bestehenden Atmosphäre — einer solchen also, wie diejenige ist, in welcher wir leben.

Es kann für den Leser keine Schwierigkeit haben, sich die Beschaffenheit einer gemischten Atmosphäre zu denken, wenn er einerseits das genau verstanden hat, was oben über die einfachen Atmosphären, aus welchen jene besteht, bemerkt worden ist, und andererseits zwei weitere Umstände, welche jetzt erwähnt werden sollen, ins Auge faßt. Die letzteren stehen in engem Zusammenhange sowohl mit den bereits angegebenen Grundsätzen, als unter einander selbst, und eine Darlegung derselben ist durchaus nothwendig, um dem Leser eine richtige Vorstellung von dem Verhältnisse einer Dunst-Atmosphäre zu einer Luft-Atmosphäre beizubringen. Absichtlich ist die Betrachtung dieser Umstände bis auf diese Stelle verschoben worden, damit ihre Wichtigkeit da eingesehen würde, wo ihre Anwendung unmittelbar erforderlich ist. Sie bestehen in Folgendem:

Wenn Dunst und Luft mit einander vermischt werden, so hängt das daraus sich ergebende Volum der Mischung von der Größe der elastischen Kraft des Dunstes und der Luft, nicht aber von dem Verhältnisse der Volume der letzteren zu einander ab. Wird z. B. ein Kubikfuß Luft bei der Temperatur von 32°, welche eine 30 Zollen Quecksilber entsprechende elastische Kraft ausübt, mit einem Kubikfuß Dunst vermischt, welcher dieselbe Temperatur hat, dessen elastische Kraft aber nur gleich $\frac{1}{5}$ Zoll Quecksilber ist, so beträgt das daraus entspringende Volum der Mischung nicht 2 Kubikfuß, sondern nur 1,0066

Fuß. Da deshalb das Hinzukommen des Dunstes zu der Luft den Umfang der letzteren verhältnißmäßig nur wenig vergrößert, und folglich auch ihre specifische Schwere nur in einem geringen Grade vermindert, so hat der in den oben beschriebenen großen Luftströmungen enthaltene Dunst beinahe keinen Einfluß auf dieselben.

Wenn zwei Theile Dunst von verschiedenen Temperaturen mit einander vermischt werden, oder wenn ein Dunsttheil mit einem Wassertheile oder einem andern Körper, der kälter ist, als der Dunst, in Vermischung oder Berührung gebracht wird, so ist die sich ergebende mittlere Temperatur, was für eine diese auch sein mag, in beiden Fällen diejenige, welche die elastische Kraft der Mischung bestimmt. Da nun die elastische Kraft des Dunstes von der Temperatur von 32° äußerst schnell zu 212° sich erhebt, indem ihre Zunahme in geometrischer Progression vor sich geht, während das Steigen der Temperatur in arithmetischer Progression vor sich geht, so folgt, daß, wenn zwei Dunsttheile von gleichem Umfange, aber von verschiedenen Temperaturen, mit einander vermischt werden, oder wenn man einen Dunsttheil mit einem kälteren festen Körper in Berührung bringt, die sich ergebende mittlere Temperatur stets u n t e r derjenigen stehen wird, welche erforderlich ist, um das Wasser im Zustande des Dunstes zu erhalten. Daher ist die Folge einer jeden solchen Vermischung oder Berührung die Verdichtung eines Theils des Dunstes zu Wasser. In einem späteren Theile dieses Abschnittes wird es nöthig sein, diese wichtige Thatsache weiter zu erläutern; hier mag nur ein bekanntes Beispiel angeführt werden. Würde ein Pfund Wasser bei der Temperatur von 212°, welches im Zustande des Dunstes einen Raum von etwa 27 Kubikfuß einnähme, mit einem Pfund Wasser unter einer Temperatur von 32° plötzlich vermischt; so wäre die Wirkung davon eine augenblickliche Verdichtung des größeren Theils des Dunstes zu Wasser. Denn die sich ergebende mittlere Temperatur bliebe offenbar weit hinter 212° zurück, unter welcher Temperatur die elastische Kraft des Dunstes äußerst schnell abnimmt. Auf dieser Eigenschaft des letzteren beruht die Wirksamkeit der gemeinen Dampfmaschine.

Und hiemit ist der Leser endlich zu der verwickelten Betrachtung einer aus Dunst und Luft gemischten Atmosphäre vorbereitet.

Wir haben nemlich gezeigt, daß die Abnahme der Temperatur einer Dunstatmosphäre beim Aufsteigen von der Erdoberfläche weit geringer wäre, als die einer Luftatmosphäre. Nun aber bleibt bei allen Temperaturen die atmosphärische Luft, während das Vorhandensein des Dunstes von der Temperatur abhängt; woraus folgt, daß in einer aus Dunst und Luft gemischten Atmosphäre die Quantität des in der Mischung enthaltenen Dunstes allein durch die Temperatur der Luft bestimmt wird, d. h. die Quantität des in einer Luftatmosphäre enthaltenen Dunstes kann zwar geringer seyn, als die der Temperatur der Luft entsprechende Quantität, aber nie größer. Ist sie aber in einer solchen gemischten Atmosphäre gerade die der Lufttemperatur entsprechende Quantität, so wird von einer solchen Atmosphäre gesagt, sie sei mit Dunst gesättigt.

Aber weder auf der Erdoberfläche noch in irgend einer Höhe über derselben kann der Grad der Sättigung einer aus Luft und Dunst gemischten Atmosphäre demjenigen gleich seyn, welcher der Temperatur der Luft zukommt, und der Unterschied zwischen diesen zwei Sättigungsgraden nimmt von oben nach unten zu. Die Ursache dieser Verschiedenheit soll jetzt erklärt werden. Da das Steigen der Temperatur der Luft, von oben nach unten, in arithmetischer Progression vor sich geht, und da die Luft in einer gemischten Atmosphäre derjenige Bestandtheil ist, welcher die ganze Mischung beherrscht; so muß die Zunahme der Elastizität des Dunstes, anstatt dem geometrischen Verhältnisse zu folgen, das ihm als Dunst zukommt, sich nach dem arithmetischen Verhältnisse des Steigens der Temperatur der Luft richten. Das Ergebniß hievon ist nothwendig, daß die in einer gemischten Atmosphäre vorhandene Dunstquantität bei einer allmähligen Abnahme der Erhabenheit über die Erdoberfläche allmählig kleiner werden wird, und zwar kleiner, als diejenige, welche zur Sättigung der Luft erforderlich wäre. Ein Beispiel wird die Sache klar machen.

Unter dem Aequator steht, wie wir oben bemerkten, 15,000

Fuß über der Meeresfläche, die Temperatur der Luft etwa auf 32°. Nehmen wir nun an, die Luft sei in dieser Höhe mit Dunst gesättigt. Aus Dr. Daltons Tabelle der Spannung oder elastischen Kraft des Dunstes bei verschiedenen Temperaturen erhellt, daß dieselbe bei 32° dem Gewichte eines 0,200 Zolls Quecksilber gleich ist, und daß der Unterschied zwischen der Elastizität des Dunstes bei 32° und der bei 33° — dieß wäre nämlich das erste Glied in unserer angenommenen arithmetischen Reihe — 0,007 Zoll Quecksilber beträgt. Nun ist aber der Unterschied zwischen 32° und 80°, der mittleren Temperatur der Meeresfläche unter dem Aequator, 48°. Nimmt man daher an, jeder dieser 48 Grade steige in arithmetischer Proportion, und rechnet man hiebei auf jeden derselben 0,007, so wird die Elastizität für die 48 Grade zusammen 0,336 betragen, welche zu 0,200, der Elastizität bei 32°, addirt, 0,536 Zoll gibt, als die dem Dunste bei 80°, der Temperatur der Erdoberfläche unter dem Aequator, entsprechende Elastizität. Allein in eben derselben Tabelle Dr. Daltons finden wir, daß 0,536 nicht die Elastizität des Dunstes bei 80°, sondern die bei etwa nur 61° darstellt. Nach dieser Schätzung muß, während die Temperatur der Erdoberfläche 80° beträgt, unter dem Aequator der Punct der Sättigung mit Dunst 19° unter dieser Temperatur liegen. Daraus folgt, daß in jener Gegend die unmittelbar auf der Erdoberfläche liegende Luft verhältnißmäßig trocken ist. Auch muß die Ursache, welche dieser Nachweisung gemäß die Trockenheit der Aequatorialluft auf der Erdoberfläche hervorbringt, auf der ganzen Erdkugel verschiedene Grade desselben Einflusses ausüben. Aber überall kann die auf der Erdoberfläche aufliegende Luft stets nur unter dem Sättigungsgrade stehen, da der beziehungsweise Grad der Trockenheit unter dem Aequator am höchsten steht, und, je mehr wir nördlich oder südlich gegen die Pole zurückgehen, allmählig abnimmt.

In einer solchen gemischten Atmosphäre, wie wir sie uns vorgestellt haben, und wie sie wirklich unsere Erdkugel umgibt — wenn sie sich im Zustande ungestörten Gleichgewichts befindet, und in dem der Ruhe gedacht wird — wird der beigemischte

Dunst beinahe dasselbe Streben nach Bewegung haben, das in einer reinen Dunstatmosphäre, wie eine solche oben von uns beschrieben wurde, stattfinden würde. Aber wegen der gleichmäßigern Vertheilung des Dunstes da, wo er mit Luft vermischt ist, wird der Abstand zwischen den specifischen Schweren verschiedener Dunsttheile in verschiedenen Theilen der Atmosphäre weit weniger auffallend seyn, als wenn die letztere blos aus Dunst bestände. Daher werden auch die auf solchen Verschiedenheiten der specifischen Schwere beruhenden Verhältnisse der Bewegung in einer gemischten Atmosphäre, auch wenn diese mit Dunst gesättigt ist, weniger bemerkbar seyn, als dieß in einer rein wässerigen Atmosphäre der Fall wäre; während in einer ungesättigten die Bewegungen des Dunstes dem Einflusse der Bewegungen der Luft noch mehr unterworfen seyn müssen, als in einer Luftatmosphäre auf dem höchsten Sättigungsgrade.

Ehe wir diesen Theil unserer Untersuchung schließen, wollen wir einen Augenblick die Folgen dieser vergleichungsweisen Trockenheit der niedrigeren Atmosphäre zunächst an der Erde in Erwägung ziehen. Auf dem größeren Theile der Erde hat die Luft, welche wenigstens den Tag über durch die Berührung mit der Erdoberfläche erwärmt und dadurch leichter wird, ein beständiges Streben, in die höhere Atmosphäre aufzusteigen. Wäre nun diese Luft mit Dunst gesättigt, so würde, wenn sie sich bei ihrem Aufsteigen mit kälterer Luft vermischte, ihr Dunst immer mehr oder minder verdichtet, und eine Wolke müßte sich bilden. Lebten wir daher in einer solchen Atmosphäre, so würden wir beständig in einen Nebel gehüllt seyn, durch welchen die Sonne nicht sichtbar wäre. Aber durch die wohlwollende Anordnung, deren wir uns erfreuen, ist diese Folge so völlig vermieden, daß, ausgenommen unter besonderen Umständen und auch dann immer nur zu wohlthätigen Zwecken, die Luft an der Erdoberfläche fast nie mit Feuchtigkeit gesättigt ist. Die Luft, welche durch Berührung mit der Erde erwärmt worden ist, kann daher von der Oberfläche der letzteren aufsteigen, ohne eine Verdichtug ihrer Feuchtigkeit innerhalb der Gränzen ihres Sättigungspunctes. So muß sie unter dem Aequator, ehe sie die Temperatur von 61°,

dem angenommenen Puncte ihrer Sättigung, erreicht, bis zu der Höhe von 6000 bis 7000 Fuß aufsteigen. In dieser Höhe verdichtet sich ihr Dunst und es entsteht eine Wolke, welche entweder auf den Fleck hinabstürzt, von welchem der sie bildende Dunst aufgestiegen ist, oder von den Strömungen der Atmosphäre hinweggeführt wird, um eine andere Gegend zu erfrischen, oder sich in der Luft wieder auflöst; während in allen diesen Fällen der ganze untere Theil der Atmosphäre frei von Nebel ist und vollkommen hell bleibt. Diese Wirkungen gehen unablässig vor sich, ja die Wolken selbst bringen dadurch, daß sie ihre latente Wärme von sich geben, und die Erdoberfläche vor dem directen Einflusse der Sonne schützen, eine weitere Wirkung hervor und haben ein beständiges Streben, ihr eigenes Wesen und Daseyn zu verändern.

Das allgemeine Ergebniß der mit den Eigenschaften des Dunstes verbundenen, so künstlichen und schönen Maschinerie ist; wie wir oben bemerkten, das, daß fortwährend Wasser in die Atmosphäre steigt, wo es sich auf der ganzen Erde wieder zu Regen u. s. w. verdichtet. Wir wollen daher nun, ein wenig mehr ins Einzelne gehend, die Verhältnisse der zwei großen Prozesse der Verdunstung und Verdichtung untersuchen, wodurch diese wichtigen Anordnungen zur Ausführung gebracht werden.

c. Von den allgemeinen Verhältnissen der Verdunstung und Verdichtung, wie sie in unserer Atmosphäre bestehen, so wie von den Umständen, welche auf diese Verhältnisse Einfluß haben. — Wir haben bereits die allgemeinen Erscheinungen der Verdunstung und Verdichtung beschrieben und die Gesetze angegeben, auf welchen sie beruhen. Hier wird es daher hinreichend seyn, den Leser daran zu erinnern, daß der Grad und das Verhältniß der Verdunstung, obgleich sie mit der Temperatur steigen, doch hauptsächlich von dem vorhandenen Grade der Sättigung der Luft abhängen; d. h. unter allen Temperaturen nimmt die Verdunstung in dem Verhältniß ab, in welchem die Luft, die den Dunst aufnimmt, sich ihrem Sättigungspuncte nähert.

Obgleich die Wolken von so grenzenloser Mannigfaltigkeit der Gestalt und des Aussehens sind, so sind sie doch von Howard unter drei Hauptklassen mit vier Nebenarten gebracht worden. Die drei Hauptklassen sind folgende:

Der Cirrus, welcher aus faserartigen, gleichlaufenden, sich schlängelnden oder divergirenden und nach allen Richtungen ausdehnbaren Streifen besteht,

der Cumulus, der convex oder in kegelförmigen Massen zusammengehäuft ist und von einer horizontalen Basis aus gegen oben hin zunimmt,

der Stratus, welcher horizontal in einer zusammenhängenden Schichte sich ausbreitet und von unten herauf zunimmt.

Die erste dieser Gattungen, der Cirrus, ist hauptsächlich auf die höheren Regionen der Atmosphäre beschränkt. Die zweite, der Cumulus, nimmt zwar eine niedrigere, aber immer noch hohe Stellung ein, während die dritte, der Stratus, gewöhnlich auf der Oberfläche der Erde verweilt und die bereits beschriebenen Nebel ausmacht.

Von den vier Nebenarten der Wolken sind zwei als Mittel- und zwei als zusammengesetzte Arten zu bezeichnen.

Die erste der Mittelarten ist der Cirro-Cumulus, der aus kleinen rundlichten und wohlbegrenzten Massen in gedrängter horizontaler Zusammenordnung besteht.

Die Massen, welche die zweite Mittelart, den Cirro-Stratus, bilden, sind ebenfalls klein und rundlicht, werden aber gegen ihre Peripherie oder gegen einen Theil derselben hin dünner. Sie zeigen sich manchmal getrennt; erscheinen sie aber in Gruppen, so ist ihre Ordnung entweder horizontal oder sie beugt sich leicht ab, und die Maßen sind entweder abwärts gerichtet oder wellenförmig.

Von den zwei zusammengesetzten Arten der Wolken ist die erste der Cumulo-Stratus, der aus dem mit dem Cumulus vermengten Cirro-Stratus besteht, indem dieser entweder mit den größeren Massen des ersteren vermischt ist oder die Basis desselben in die Breite zieht.

Die zweite zusammengesetzte Art ist der Cumulo-Cirro-

Stratus oder **Nimbus**, die **Regenwolke**; diejenige Art von Wolken, aus welchen der Regen fällt. Der Nimbus ist eine horizontale Schichte von Wasserdunst, über welcher sich Wolken von der Cirrus-Form ausbreiten, während andere von der Cumulus-Form von der Seite und von unten sich mit derselben verbinden.

Einige Aufmerksamkeit wird jeden in den Stand setzen, diese verschiedenen Wolken zu unterscheiden, wenigstens wenn die Eigenthümlichkeit ihrer Formen scharf hervortritt. Jedoch muß zugestanden werden, daß die Wolken oft Gestalten annehmen, welchen es schwer ist, einen Namen zu geben.

Was die **Bewegung** der Wolken anbelangt, so gibt es vielleicht keinen Gegenstand, welcher mehr optischen Täuschungen ausgesetzt wäre, als dieser. Nehmen wir an, eine Wolke bewege sich von dem fernen Horizonte her gegen den Ort, wo wir stehen; sie behalte ferner während dieser Bewegung ihre Größe und Gestalt unverändert bei und ziehe eine gerade horizontale Linie. Eine so sich bewegende Wolke wird beim ersten Anblicke in Berührung mit dem fernen Horizonte zu stehen und daher wegen dieser Entfernung weit kleiner scheinen, als sie in der Wirklichkeit ist. Während ihrer Annäherung gegen uns wird es uns vorkommen, als ob sie sich gegen den Himmel erhebe und allmählich größer werde, bis sie beinahe gerade über unserem Haupte steht. Setzt sie ihren Lauf fort, so wird sie wieder vom Zenith hinabzusteigen und in demselben Verhältnisse an Größe abzunehmen scheinen, wie sie vorher zunahm, bis sie endlich in der, derjenigen Seite, von welcher aus sie ihre Bewegung begann, entgegengesetzten Ferne verschwindet. So wird dieselbe Wolke, ohne von ihrer Bewegung in einer geraden Linie abzuweichen oder ihre Größe und Gestalt zu verändern, durch optische Täuschung uns beständig ihren Umfang zu wechseln scheinen. Auch wird es uns vorkommen, als ob die Linie ihrer Bewegung, anstatt gerade zu sein, eine krumme wäre, welche ihren Gipfelpunct gerade über uns und ihre grenzenlosen Enden an entgegengesetzten Puncten des Horizonts hätte. Allein der von uns angeführte Fall ist der einfachste, den man sich nur denken kann.

Denn in der Wirklichkeit verändern die Wolken fortwährend ihre Gestalt, Größe, Richtung und Schnelligkeit, so daß diese richtig zu schätzen oder ihre Bewegungen zu entwirren, durchaus unmöglich ist.

Nach dem, was angeführt worden ist, wird es überflüssig sein, bei dem Nutzen, welchen die Wolken im Haushalte der Natur gewähren, länger zu verweilen; wir wollen daher den Leser nur an einige der auffallendsten Wohlthaten erinnern, welche wir den Wolken verdanken. Die erste besteht darin, daß die Wolken eine Art von Mittelzustand zwischen dem Dunst und Wasser ausmachen, wodurch plötzlichen Absetzungen von Wasser und deren Folgen völlig vorgebeugt ist. Fiele all das aus der Atmosphäre sich ausscheidende Wasser auf einmal als Wasser auf die Erde, so wären wir beständig Ueberschwemmungen und anderen Gefahren ausgesetzt, welche alle durch die getroffene treffliche Anordnung beseitigt sind. Ferner sind die Wolken ein wichtiges Mittel, um Wasser von Seen und Meeren weit in's Binnenland hineinzubringen, wohin sonst kein Wasser käme. Auch mässigen die in hohem Grade die äußersten Enden der Temperatur. Bei Tag schützen sie die Pflanzenwelt vor der versengenden Sonnenhitze und bringen den angenehmen Wechsel von Schatten und Sonnenschein hervor; bei Nacht ist die Erde, in ihren Wolkenmantel gehüllt, im Stande, die Wärme festzuhalten, welche außerdem in den leeren Raum ausstrahlen würde, und wird dadurch vor dem entgegengesetzten Einflusse des Nachtfrostes geschützt. Diese von den Wolken herrührenden Wohlthaten fühlt man besonders in Ländern außerhalb der Wendekreise, welche am meisten äußersten Temperaturen unterworfen sind. In der That machen die ersteren ein wichtiges Mittel aus, wodurch in gemäßigten Klimaten die Wärme und Kälte gemildert wird. Endlich mögen wir sie nun in Beziehung auf ihre Gestalt, ihre Farbe, ihre zahlreichen Arten oder vor allem in Beziehung auf ihre unaufhörliche Veränderung betrachten, so sind sie für uns ein Gegenstand nie zu ermüdenden Interesses und können unter die anziehendsten Erscheinungen in der Natur gerechnet werden.

Nachdem wir so die Betrachtung der verschiedenen Zustände des sichtbaren Dunstes beendigt haben, sind jetzt die Erscheinungen des Herabfallens von Wasser aus der Atmosphäre in der Gestalt des Schnee's, Schneeregens, Regens und Hagels zu untersuchen. Zuerst sprechen wir

Vom Schnee. — Mit dem Schnee fangen wir an, weil er das einfachste Beispiel von dem Herabfallen des Wassers aus der Atmosphäre darbietet, indem er nichts anderes ist, als der gefrorene sichtbare Dunst, welcher die Wolken bildet. Daher zeigt sich an einer mit einem starken Vergrößerungsglase betrachteten Schneeflocke eine schöne Sammlung winziger Krystalle, welche oft die größte Mannichfaltigkeit der Form darbieten.

Wenn die Temperatur der Atmosphäre bis herab auf die Erdoberfläche beständig unter dem Gefrierpuncte steht, so ist klar, daß jede aus der Atmosphäre sich ausscheidende Feuchtigkeit die feste Form annehmen muß. Ist die ausgeschiedene Masse gering, so schwimmen die gefrornen Wassertheile in der Atmosphäre in der Gestalt von krystallinischen Nadeln und erzeugen so das, was man den Staubschnee nennt, eine Erscheinung, welche unter den Polarbreiten nicht selten beobachtet werden kann. Selbst in den gemäßigten Klimaten nimmt man an, finde eben dasselbe manchmal in den höheren Regionen der Atmosphäre Statt und erzeuge so gewisse optische Erscheinungen, auf welche wir später zurückkommen werden.

Jedoch ist dieses eine verhältnißmäßig seltene Erscheinung. Gewöhnlich ist die ausgeschiedene Wassermasse so groß, daß die krystallinischen Theilchen zu Massen oder Flocken sich vereinigen, und so als eigentlicher Schnee auf die Erde fallen. Ist die abgesetzte Quantität sehr groß, wie es oft der Fall ist, so kann kein Zweifel sein, daß die Ursachen davon genau die nämlichen sind mit denen, welche in wärmeren Klimaten den Regen hervorbringen.

Dies ist mit kurzen Worten die Entstehungsart des Schnee's, und hieraus ist zugleich klar, warum in gemäßigten Klimaten während des Winters und in Polargegenden während des ganzen Jahrs der größte Theil des zur Erde fallenden Wassers die Gestalt des Schnee's annimmt.

Früher haben wir erwähnt, wie viel wir der Weiße des Schnee's verdanken, und hier mag bemerkt werden, daß wir noch mehr seinem geringen Leitungsvermögen und seiner Leichtigkeit zu verdanken haben. Durch das erstere beschützt er die Pflanzenwelt vor der strengen Kälte der höheren Breiten, wo ohne ihn jedes pflanzenartige Wesen während des Winters zu Grunde gienge. Fiele ferner das Wasser, welches jetzt als Schnee auf die Erde kommt, in der Gestalt von festen Eismassen herab, so würde die Pflanzenwelt zerstört werden, und alle kälteren Theile der Erde wären unbewohnbar.

Es ist besonders in gemäßigten Klimaten beobachtet worden, daß die Luft während des Schneefallens gewöhnlich wärmer ist, als vor- oder nachher. Dieses Steigen der Temperatur rührt wahrscheinlich von dem Freiwerden der Wärme während des Uebergangs des Dunstes aus dem flüssigen in den festen Zustand her. Auch hat man behauptet, daß das Schneewasser viel Sauerstoff enthalte und dadurch der Pflanzenwelt besonders günstig sei.

Der Schneeregen ist halb geschmolzener Schnee und macht einen Mittelzustand zwischen dem Schnee und dem Regen aus, der jetzt zu betrachten ist.

Vom Regen. — Wenn die Temperatur der Luft über 32°, dem Gefrierpuncte des Wassers, steht, so fällt das aus der Luft sich ausscheidende Wasser als Regen zur Erde. Dieß ist eine allgemeine Erklärung der Sache, aber trotz all der Aufmerksamkeit, welche schon auf die Erscheinung des Regens verwendet worden ist, bietet dieselbe dennoch manche Schwierigkeiten dar, welche noch nicht überwunden worden sind.

Das zwar kann nicht bezweifelt werden, daß der Regen irgendwie mit dem Temperaturwechsel in Zusammenhang steht; aber die Dunkelheit des Gegenstandes entspringt theils aus der in manchen Fällen vorhandenen Unmöglichkeit, den vorausgesetzten Temperaturwechsel zu erklären, und noch weit mehr aus der Schwierigkeit, einzusehen, wie der letztere wirkt. Nach der gewöhnlichen Meinung ist das Herabfallen des Wassers aus der

Atmosphäre die Wirkung davon, daß Ströme warmer und kalter Luft sich mit einander vermischen, welche, wie man annimmt, auf folgende Weise auf einander einwirken:

Aus dem Gesetze der Elastizität des Dunstes geht hervor, daß, wenn zwei Luftströme, welche verschiedene Temperaturen haben, aber gleich mit Dunst gesättigt sind, mit einander vermischt werden — obgleich die sich ergebende Temperatur der Mischung die mittlere von beiden sein muß — die sich ergebende Elastizität des Dunstes nicht auch die mittlere sein wird. Die letztere wird vielmehr stets diejenige übersteigen, welche der sich ergebenden mittleren Temperatur zukommt; folglich wird es einen Ueberschuß an Dunst geben, der als Wasser herabfallen muß. Nehmen wir so an, zwei mit Dunst gesättigte Luftströme, wovon der eine eine Temperatur von 40° und der andere eine von 60° hätte, werden mit einander vermischt; so ist die Tension oder Elastizität

des Dunstes von 40° gleich	0,263	Zollen Quecksilber
des Dunstes von 60° gleich	0,524	" "
	0,787	
Mittlere Tension . . .	0,393.	

Hieraus erhellt, daß die mittlere Temperatur der zwei Luftvolume 50° und das Mittel der Elastizitäten ihres Dunstes 0,393 Zoll beträgt. Aber die wirkliche Tension oder elastische Kraft des Dunstes bei 50° ist nicht 0,393, sondern nur 0,375 Zoll; nach der Vermischung der beiden Strömungen wird daher eine der Elastizität von 0,018 Zoll angemessene Quantität Dunst zurückbleiben; und da diese von einer Luft mit der mittleren Temperatur von 50° nicht mehr festgehalten werden kann, so wird sie sich je nach den Umständen in der Gestalt von Wolken oder Regen ausscheiden.

Dieß sind in Kürze die Ansichten über den Regen, welche zuerst von Dr. Hutton vorgetragen wurden, und obgleich sie einige Schwierigkeiten haben, so kann doch an ihrer Wahrheit im Allgemeinen nicht gezweifelt werden. Die Lehre von der Verdichtung kaun vielleicht aus den Grundsätzen, welche eine aus

Dunst und Luft gemischte Atmosphäre beherrschen, noch weiter so erklärt werden. Wenn zwei Ströme atmosphärischer Luft, die von verschiedener Temperatur und bis zum Sättigungspuncte mit Dunst geschwängert sind, in Berührung gebracht werden, so beginnen sie vermöge des Strebens der Luft und des Dunstes nach Verbreitung sich zu vermischen, und das unmittelbare Ergebniß hievon wird die Bildung sichtbaren Dunstes d. h. einer Wolke sein. Sind die Strömungen zusammenhängend und gleichförmig, so verbreiten sich die Wolken bald nach allen Richtungen, so daß sie den ganzen Horizont einnehmen; während die Feuchtigkeit, welche die wärmere Strömung unaufhörlich herbeiführt, einen beständigen Beitrag zur Verdichtung liefert und eine große und fortdauernde Absetzung von Flüssigkeit in der Gestalt des Regens hervorbringt. Allmählig vermischen sich die Strömungen vollständig und erlangen eine gleichförmige Temperatur; die Verdichtung hat dann ein Ende; die Wolken lösen sich wieder auf, und das ganze Antlitz der Natur wird, nachdem es durch den nothwendigen Regen gekühlt und erfrischt worden ist, durch den wegen des Contrastes nun noch angenehmeren Sonnenschein wieder aufgeheitert.

Auf diese Weise können die oben entwickelten Grundsätze zur Erklärung der Erscheinung des Regens gebraucht werden; und so weit diese Erklärung reicht, ist sie vielleicht völlig befriedigend. Jedoch muß zugegeben werden, daß alles, was wir über die Verdichtung der Feuchtigkeit der Atmosphäre überhaupt und des Regens insbesondere wissen, den Gegenstand immer noch in großer Dunkelheit läßt.

Folgende weitere Einzelnheiten in Beziehung auf die Wirkungen verschiedener Lokalitäten und verschiedener Umstände an derselben Lokalität, welche auf den Fall des Regens Einfluß haben, mögen dem weitern Kreise der Leser von Interesse sein.

Man hat die Bemerkung gemacht, daß meistens in der Nähe der See mehr Regen fällt, als auf der See selbst; eine aus den von uns festgestellten Grundsätzen leicht erklärbare Thatsache. Auch fällt zwischen Bergen mehr Regen,

als auf Ebenen, und der Unterschied ist in der That auffallend. So beläuft sich in unserm Vaterlande, in Kendal und Keswick, welche beide von Bergen eingeschlossen sind, der jährliche Regenfall auf respektive 67½ und 54 Zoll; während an manchen im Innern des Landes gelegenen Orten die Regenmasse, welche im Laufe eines Jahres fällt, nicht leicht 25 Zoll übersteigt. So beträgt zu Paris der jährliche Regenfall nur ungefähr 20, zu Genf aber 42½ Zoll, und auf dem großen Sankt Bernhard, der höchsten meteorologischen Station in Europa, fällt während der 12 Monate über 63 Zoll Regen.

Obgleich jedoch in gebirgigen Gegenden mehr Regen fällt, als auf Flächen, so ist es erwiesen, daß am Fuße eines Berges der Regen stärker ist, als auf seinem Gipfel. Auch wird überhaupt in der Nähe der Erdoberfläche mehr Regen aus der Luft ausgeschieden, als in einiger Erhabenheit über derselben; eine Verschiedenheit, von welcher wir bei dem gegenwärtigen Umfange unseres Wissens keine genügende Erklärung zu geben vermögen.

In den meisten Tropenländern fällt der Regen nur in einzelnen Jahreszeiten, in den übrigen aber beinahe keiner. So sind in Bombay die Regenmonate der Junius, Julius, August, September und Oktober, während die übrigen Monate beinahe ohne Regen sind; auf der entgegengesetzten Seite Indiens dagegen längs der Coromandelküste ist die Regenzeit gerade die entgegengesetzte; Thatsachen, die auffallend zeigen, welche Wirkung das Hochland hervorbringt, das die beiden Küsten trennt, und wahrscheinlich durch seine Einflüsse auf die atmosphärischen Strömungen jene eigenthümliche Witterungsverschiedenheit veranlaßt.

In den gemäßigten Klimaten gibt es, obgleich hier die Gesammtmasse des Regens weit geringer ist, als innerhalb der Wendekreise, keine lange trockene Jahreszeit, und die Regentage des Jahres werden zahlreicher, je mehr wir uns den Polen nähern. Jedoch scheint im Allgemeinen in den gemäßigten Klimaten während der 6 letzten Monate des Jahrs mehr Regen zu fallen, als während der 6 ersten.

Unter den Umständen, welche auf die Masse des Regens an

demselben Orte einwirken, sind die bemerkenswerthesten die Verminderung der Temperatur und das ungewöhnliche Vorherrschen gewisser Winde. In Beziehung auf die Verminderung der Temperatur hat man die Beobachtung gemacht, daß beinahe alle nässen Jahreszeiten, oder wenigstens nasse Sommer, in gemäßigten Klimaten ungewöhnlich kalt sind. Nün läßt sich nach den vorangeschickten Grundsätzen leicht einsehen, wie eine Herabdrückung der Temperatur unter die mittlere eines bestimmten Ortes an diesem ein stärkeres Herabfallen von Feuchtigkeit erzeugen kann. Der Ort nämlich, welcher kälter geworden ist, als die um ihn her, wirkt abkühlend und verdichtet nicht nur alle Dünste, welche in Berührung mit ihm kommen, und nimmt ihnen dadurch ihre elastische Kraft; sondern die benachbarten Dünste stürzen auch dem kälteren Orte als einem Vakuum zu, entweder in der Form von sichtbarem Dunst oder Wolken, in welchem Falle sie von den Winden geführt werden, oder als unsichtbarer Dunst, in welcher Form ihre Bewegung durch Verbreitung bestimmt werden mag.

Die Wirkung des ungewöhnlichen Vorherrschens gewisser Winde auf die Vermehrung des Regens oder das Gegentheil ist bekannt und läßt sich aus unsern Grundsätzen vollkommen erklären. So vermischen sich in den tropischen Klimaten während des fortdauernden Vorherrschens der Passatwinde die Strömungen nur wenig, die Atmosphäre ist völlig wolkenlos, und keine Verdichtung findet Statt. Aber wenn diese großen Strömungen, dem Laufe der Sonne folgend, zu gewissen Jahreszeiten ihre Richtung zu ändern beginnen, so erleidet ihr regelmäßiger Lauf eine Störung, sie werden vermischt und der hohen Temperatur angemessene Verdichtungen der Feuchtigkeit werden in einem in gemäßigten Klimaten durchaus unbekannten Grade hervorgebracht. Diese Verdichtungen bilden die starken periodischen Regen heißer Klimate. So kommen auch in gemäßigten, z. B. in unserem Vaterlande, von Süden nnd Westen her wehende Winde aus einem wärmeren Klima und enthalten viel Dunst im Zustande der Auflösung; während Winde von den

entgegengesetzten Himmelsgegenden kälter und daher verhältniß-mäßig trockener sind. Daher sind Winde von Süden und Westen häufiger von Regen begleitet, als Winde von Norden und Osten, obgleich, wie es sich erwarten läßt, das Fallen des Regens am sichersten beim Zusammenstoßen dieser entgegengesetzten Strömungen erfolgt, welche sich manchmal über einen weiten Landstrich ausdehnen. Das lange Vorherrschen gewisser Winde kann so verursachen, daß die Jahreszeiten in einem Theile der Welt naß und in einem andern trocken sind, indem das Wasser aus dem einen gezogen wird, damit es auf den andern falle. Jedoch wird der ganze Betrag des Regens in den zwei Gegenden vielleicht nur sehr wenig von dem gewöhnlichen durchschnittlichen verschieden sein, während sie die Wohlthat des Wechsels in dem allgemeinen Betrage ihres Regens haben; ein Wechsel, welcher zu gewissen Perioden heilsam und zum Wohlbefinden ihrer Bewohner sogar nothwendig sein mag.

Ehe wir die Untersuchung der Erscheinung des Regens schließen, machen wir noch auf den allgemein zugestandenen Einfluß des Monds auf die Witterung und besonders auf das Fallen des Regens aufmerksam. Jedoch kann dieser Einfluß bei dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens schwerlich zur Erläuterung der Erscheinung des Regens benützt werden; so groß sind die dazwischenkommenden Wirkungen lokaler und anderer Eigenthümlichkeiten.

Vom Hagel. — Die letzte Form, in welcher wir das Herabfallen des Wassers aus der Atmosphäre zu betrachten haben, ist der Hagel. Dieser kann als eine Zusammensetzung von Regentropfen, welche dadurch, daß sie einer unter 32° stehenden Temperatur ausgesetzt wurden, mehr oder weniger schnell gefroren sind, betrachtet werden. Ist der Grad der Kälte ein sehr starker und plötzlich eingetretener, was oft der Fall ist, so nimmt der Eiskern, weil er eine weit unter dem Gefrierpunkte stehende Temperatur hat, je weiter er herabkommt, an Größe zu, indem auf seiner Oberfläche der Dunst der unteren Regionen der Atmosphäre sich verdichtet. Daher werden auch unter gewöhnlichen Umständen die Hagelsteine oft von beträchtlicher

Größe, sind beinahe immer mehr oder weniger rund, und zerbricht man sie, so findet man, daß sie aus concentrischen Schichten bestehen.

Aus dem Gesagten ist leicht zu schließen, daß der Hagel kein Erzeugniß extremer Klimate sein wird; ja man kann sagen, er gehöre den gemäßigten an, da er selten jenseits der Breite von 60° vorkommt. Am häufigsten ist er im Frühjahre und Sommer, wo er oft von Gewittern begleitet ist. Im Winter hagelt es selten, und ein Nachthagel ist etwas sehr Ungewöhnliches. In Tropenländern fällt an einem Orte, welcher nicht mehr als 2000 Fuß über dem Meeresspiegel erhaben ist, wenig Hagel; in gemäßigten Klimaten dagegen sind Berggipfel beinahe frei davon. Gewisse Länder, besonders einige Theile Frankreichs, sind Hagelwettern sehr ausgesetzt, und so groß ist manchmal die Wuth dieser Stürme, daß sie ganze Distrikte verwüsten. Man weiß viele Beispiele dieser schrecklichen Heimsuchungen aufzuzählen, welche gewöhnlich von Wirbelwinden und den furchtbarsten elektrischen Erscheinungen begleitet sind. Während solcher Stürme sind manchmal Hagelsteine von ungeheurer Größe und einer unregelmäßigen Gestalt gefallen, welche so aussahen, wie wenn sie die Bruchstücke einer dicken, plötzlich zerbrochenen Eismasse wären; eine Voraussetzung, welche allein die Bildung eckiger, viele Zolle im Umfange und viele Pfunde im Gewichte haltender Massen erklärt. Die Hervorbringung der dadurch angezeigten heftigen Kälte mitten im Sommer ist ein Räthsel, welches die Gelehrten noch nicht gelöst haben.

Von der Quantität Wasser, welche auf der Erdkugel verdunstet und verdichtet wird. — Ehe wir die Betrachtung der Verdunstung und Verdichtung schließen, haben wir noch einige Bemerkungen über die Wassermasse zu machen, welche auf der Erde verdunstet und verdichtet wird.

Aus den vorangestellten Grundsätzen erhellt, daß diese Wassermasse je nach der mittleren Temperatur und folglich je nach dem Breitengrade sich verändern wird. Die folgende Tabelle zeigt die allgemeine Wahrheit dieser Annahme, und daß die durchschnittliche Regenmasse vom Aequator gegen die Pole hin ab-

nimmt. In der That muß in den Aequatorialgegenden weit mehr Regen fallen, als in den Polargegenden, wie dies aus der Größe der Flüsse innerhalb der Wendekreise erhellt; denn der Umfang der Flüsse hängt von der Quantität des Regens ab, und sie sind die Wege, auf welchen ein gewisser Theil des herabgefallenen Wassers zum Meere gebracht wird.

Tabelle.

	Zolle.
Uleaborg	13,5.
Petersburg	16, 17,5.
Paris	19,9.
London	20,7, 22,2, 25,2.
Edinburgh	22, 24,5, 26,4.
Der mittlere Betrag von Carlsruhe, Mannheim, Stuttgart, Würzburg, Augsburg und Regensburg	25,1.
Eppingen	27,0.
Bristol	29,2.
England	31,3.
Liverpool	34,1.
Manchester	36,1.
Rom	39,0.
Lancaster	39,7.
Genf	42,6.
Penzance	44,7.
Kendal	53,9.
Der mittlere Betrag von 20 Oertern in den unteren Thälern am Fuße der Alpen	58,5.
Gr. St. Bernhard	63,1.
Vera Cruz	63,8.
Keswick	67,5.
Calcutta	81,0
Bombay	82,0.
Ceylon	84,3.
Adamsberg daselbst	100.
Küste von Malabar	123,5.
Leogane, St. Domingo	150.

Auf dieser Tabelle sind die Namen der Oerter in fortschreitender Ordnung je nach dem Betrage des Regens, welcher an jedem Orte fällt, angegeben, und obgleich die Progression große Unregelmäßigkeiten darbietet, so zeigt die Tabelle dennoch vollkommen, wie der Regen mit der Zunahme der Entfernung vom Aequator im Allgemeinen abnimmt.

John Leslie hat gezeigt, daß, wenn aller Wasserdunst, welcher zu irgend einer Zeit von der ganzen Atmosphäre im Zustande der Auflösung festgehalten werden kann, auf einmal als Regen zur Erde fiele, derselbe nicht mehr als ungefähr 5 Zoll hoch wäre; da nun im Laufe eines Jahres diese Quantität Regen manchmal aus der Atmosphäre fällt, so muß ihre Wiederanfüllung auf Verdunstung beruhen, auf deren allgemeinen Betrag wir auf diese Weise schließen können. Die Regenmasse, welche jährlich auf die ganze Erdoberfläche fällt, zu schätzen, dazu fehlt es uns an Mitteln, obgleich man keinen Beweis dafür hat, daß dieselbe wesentlicher Verschiedenheit unterworfen ist. Die Vertheilung zwar nimmt, wie wir gesehen haben, mit der Breite ab, und ist in Gemäßheit zahlreicher lokaler Eigenthümlichkeiten verschieden, von welchen einige im Vorhergehenden hervorgehoben worden sind. Auch ist oft, ohne Zweifel aus den weisesten Absichten, derselbe Ort großen Schwankungen in dem jährlichen Betrage des Regens oder wenigstens in den Zeiten seines Falls unterworfen. Jedoch bewegen sich alle diese Mannigfaltigkeiten innerhalb gewisser Schranken und verändern kaum die dem Orte eigene mittlere Quantität, indem sie dadurch zeigen, daß die Vertheilung des Regens denselben Gesetzen gehorcht, welche die regelmäßigeren Wirkungen der Natur beherrschen.

Von der Wassermasse, welche auf der Oberfläche der Erde sich verdichtet, dringt bekanntlich ein gewisser Theil in den Boden ein. Die Tiefe, bis zu welcher dieses Wasser hinabsinkt, hängt von der Abschüssigkeit der Oberfläche, von der Beschaffenheit der unteren Schichten und von anderen Umständen ab; aber gewöhnlich tritt es nach längerer oder kürzerer Zeit in der Gestalt von Quellen wieder ans Licht. Die Verbindung dieser mit dem gelegentlichen Zuschusse eines Theiles Regenwassers, wel-

cher weder unmittelbar von dem Boden verschlungen noch verdunstet ist, bildet Bäche und Flüßchen; diese wiederum zusammen erzeugen in ihrem Laufe aus den höheren und inneren Theilen der Länder, wo jenes Wasser abgesetzt wird, die größeren Flüsse, welche, nachdem sie den Bewohnern der Ebenen, durch die sie ziehen, unzählige Wohlthaten erwiesen haben, ihre überflüssigen Gewässer endlich in den Ocean ergießen. Da so die letzteren unzweifelhaft von dem Dunste herkommen, welcher im Innern der Länder, wo die Flüsse entspringen, sich verdichtet hat, so folgt, daß in jedem Lande, wo es Flüsse gibt, die Verdichtung die Verdunstung überwiegen muß; d. h. ein großer Theil des auf dem Lande verdichteten Wassers muß nicht aus dem Lande, sondern aus dem benachbarten Ocean ausgedunstet seyn.

Das Verhältniß des Wassers, das verdichtet, zu dem, welches verdunstet wird, ist in verschiedenen Ländern ausnehmend mannigfaltig. Und so groß ist in der That der Betrag und die Mannigfaltigkeit der Verschiedenheiten, daß man sie unmöglich schätzen kann, obgleich wahrscheinlich in demselben Lande das Verhältniß beinahe stehend ist, oder es wenigstens ein mittleres Verhältniß gibt, um welches die Verschiedenheiten innerhalb enger Gränzen sich bewegen. So hat Dr. Thomson berechnet, daß, wenn man ganz Großbrittanien zusammennähme, der mittlere Regenfall im Laufe eines Jahres mit Einschluß des Thaus, welcher zu ungefähr 4 Zollen angeschlagen wird, 36 Zoll, die Quantität des verdunstenden Wassers aber ungefähr 32 Zoll betrage. Folglich muß man annehmen, die übrigen 4 Zolle vermehren die Quellen und Flüsse, und da dieselben auf diese Weise nicht wieder durch Verdunstung aus dem Lande den Regenstoff ergänzen, so muß der ihnen ensprechende Theil des letzteren aus den Meeren kommen, welche unsere Küsten umgeben. *) Diese Schätzungen des Wassers, welches in Großbrittanien verdichtet und verdunstet wird, können jedoch nur als allgemeine

*) Diese Schätzung weicht von der Dr. Daltons bedeutend ab, welcher das aus den Flüssen in England und Wales kommende Wasser zu 13 Zoll anschlägt. Wahrscheinlich liegt die Wahrheit in der Mitte.

Annäherungen betrachtet werden; und sogar ihre Genauigkeit vorausgesetzt, können sie kaum mit einigem Vortheile zu einer Untersuchung der Verdichtung und Verdunstung in andern Ländern oder Klimaten, wozu stets Entscheidung durch Beobachtung und Erfahrung nöthig ist, angewendet werden.

Ehe wir diesen Gegenstand verlassen, mag es vielleicht nicht undienlich sein, dem unkundigeren Leser eine noch deutlichere Vorstellung von der ungeheuren aus der Atmosphäre zur Erde fallenden Wassermasse beizubringen. Denken wir uns eine Fläche von 9 (englischen) Quadratmeilen, die bedeutend kleiner ist, als diejenige, welche von London eingenommen wird, und daß aller Regen, welcher im Laufe des Jahrs auf diese Fläche fiele, wenn er stehen bliebe und keine Verdunstung stattfände, die Erde 2 Fuß hoch bedecken würde, was, wie wir gesehen haben, ungefähr die Quantität ist, welche jährlich in London fällt. Nach diesen Voraussetzungen müssen in London nicht weniger als 59,584,084 Oxhöfte Wasser jährlich oder 163,244 täglich fallen, welche ganze Masse in dem beschränkten Raume von 9 Quadratmeilen in der Atmosphäre aufgelöst worden oder in der Gestalt von Wolken vorhanden gewesen sein muß.

d. Von der Vertheilung der Wärme und des Lichts in der latenten und zersetzten Form durch den Dunst der Atmosphäre, und von den Wirkungen dieser Vertheilung. — Die allgemeine Vertheilung der Wärme und des Lichts in ihrer latenten Form durch den Dunst der Atmosphäre scheint denselben Gesetzen zu folgen, wie die oben erklärte Vertheilung der empfindbaren Wärme; d. h. die Vertheilung dieser Formen der Wärme und des Lichts nimmt vom Aequator gegen die Pole hin ab. Die bemerkenswerthesten Wirkungen der Vertheilung der latenten Wärme sind bereits gelegentlich erwähnt worden und bedürfen hier keiner Wiederholung. Dagegen wollen wir die eigenthümliche Vertheilung der Elektricität und der zersetzten Formen des Lichts im Dunste der Atmosphäre sowie die Wirkungen dieser Vertheilung betrachten.

Von den Verhältnissen der Elektricität zum

Dunste der Atmosphäre. — Die atmosphärische Luft ist im Zustande ihrer völligen Trockenheit und Reinheit einer der vollkommensten bisher bekannten Nichtleiter der Elektricität. Ob das Wasser im Zustande des Dunstes die gleiche Eigenschaft besitzt, scheint nicht genügend erwiesen zu seyn. Aber das Nichtleitungsvermögen des wässerigen Dunstes muß sehr bedeutend seyn, sonst könnte, da die Atmosphäre nie ganz frei von Dunst ist, elektrische Isolation nicht stattfinden. Andererseits wird, wenn der Dunst die Form des Wassers annimmt, dieses augenblicklich ein Leiter der Elektricität. Daher wird eine Masse sichtbaren Dunstes oder eine Wolke, wenn sie in einer aus Luft und Dunst gemischten Atmosphäre schwimmt, vollkommen isolirt und so zur elektrischen Anhäufung fähig. Nun sind die Erscheinungen, welche aus der Ausgleichung solcher Störungen der elektrischen Vertheilung entstehen, der Blitz und der Donner. Die beiden letzteren sind nichts anderes, als Erscheinungen der Elektricität im Großen, d. h., eine Wolke und die Erde oder zwei Wolken werden mit den beiden entgegengesetzten Formen der Elektricität überladen und stellen so den inneren und äusseren Ueberzug eines gleicherweise überladenen elektrischen Gefäßes dar; die dazwischen kommende und nichtleitende Luft spielt die Rolle des dazwischen gelegten und nichtleitenden Glases, während der Blitz und der Donner der Funken und die Explosion sind, welche durch die Vereinigung der beiden Elektricitäten hervorgebracht werden. Behält der Leser diese Vergleichung im Gedächtniß, so werden ihm die elektrischen Erscheinungen der Atmosphäre verständlich seyn.

Die Vertheilung der Elektricität nimmt, wie die der Wärme und des Lichts, vom Aequator gegen die Pole hin ab. Nur in den Tropenländern zeigen sich die Wirkungen dieser gewaltigen Kraft in ihrer ganzen Größe: hier sind die Donnerwetter fürchterlich und übersteigen weit jede Vorstellung derer, welche sie nicht aus Erfahrung kennen. In gemäßigten Klimaten sind die Wirkungen der atmosphärischen Elektricität gewöhnlich Sommers am stärksten, und wiederum ist ihre Heftigkeit in gebirgigen Gegenden größer, als auf Ebenen. Jedoch auch unter diesen

Umständen sind sie in Vergleich mit dem, was zwischen den Wendekreisen stattfindet, sehr gemäßigt, während in den Polargegenden die elektrischen Erscheinungen noch weniger auffallend sind.

Obgleich aber die allgemeine Vertheilung der Elektricität in der Atmosphäre offenbar der allgemeinen Vertheilung der empfindbaren Wärme folgt, so ist es doch eine bemerkenswerthe Thatsache, daß, wenn die elektrischen Erscheinuugen heftiger als gewöhnlich sind, sie von ungewöhnlicher Kälte begleitet werden. So waren die oben erwähnten furchtbaren Hagelregen, welche meistens in den gemäßigten Klimaten vorkommen, beinahe immer von heftigen Donnerwettern begleitet. Auch der Schnee ist beinahe immer sehr elektrisch. Diese und viele andere Umstände, welche mit dem Hervortreten großer und plötzlicher Kälte in den höheren Regionen der Atmosphäre während der Entwicklung der elektrischen Thätigkeit in Verbindung stehen, können auf dem gegenwärtigen Standpuncte unseres Wissens nicht erklärt werden. Ob die in diesem Werke aufgestellten Grundsätze die Schwierigkeit zu lösen vermögen, muß die Zeit entscheiden.

Ueber die Quellen der Elektricität der Atmosphäre hat man mancherlei Ansichten geäußert. Zugegeben scheint jetzt zu seyn, daß die elektrische Erregung nicht in der blosen Verdunstung und Verdichtung des Wassers ihren Grund hat, sondern daß zur Herbringung derselben stets eine chemische Verbindung oder Trennung nothwendig ist. So ist sie das Ergebniß der chemischen Veränderungen, welche oft die Verdunstung des Wassers begleiten. Auch während einer Verbrennung entwickelt sich viel Elektricität, indem der verbrennende Körper die negative, der Sauerstoff aber die positive Elektricität abgibt. Ebenso ist die Kohlensäure mit negativer und zugleich der Sauerstoff, wie sehr wahrscheinlich ist, mit positiver Elektricität geschwängert. Diese Quellen schienen auch zur Erklärung der sehr großen Massen Elektricität auszureichen, welche sich so oft in den Wolken anhäufen. Wahrscheinlich aber walten hier noch andere oder wenigstens Eine andere Ursache ob, auf welcher in vielen Fällen jene Anhäufung unmittelbarer beruhen mag. Wir meinen die

Voraussetzung der Verbindung von Sauerstoff mit dem Dunste der Atmosphäre. Aus Gründen, welche wir hier nicht näher auseinander setzen können, huldigen wir der Ansicht, daß diese vorausgesetzte Verbindung wässerigen Dunstes mit Sauerstoff mehr als irgend etwas anderes mit den Erscheinnugen der atmosphärischen Elektricität zusammenhänge. *)

Das Nordlicht ist eine Erscheinung, von welcher man annimmt, daß sie in einiger Verbindung mit der Elektricität stehe, obgleich ihre eigentliche Natur noch in großes Dunkel gehüllt ist. Es weist offenbar auf Strömungen von irgend einer Art hin, und wenn es elektrisch ist, so können wir nur annehmen, solche elektrische Strömungen finden in einem unvollkommen leitenden Mittel statt; d. h., wenn die Erscheinung, wie einige behaupten, in den unteren Regionen der Atmosphäre existirt, so können leuchtende elektrische Ströme nur durch Wasser im flüssgen Zustande hervorgebracht werden; besteht sie aber in den höhern Regionen der Atmosphäre, wie man jetzt glaubt, so können solche Strömungen auf der ausnehmenden Dünne der Atmosphäre in diesen höhern Regionen beruhen. Unsere eigene Ansicht aber ist die, daß das Nordlicht zu verschiedenen Zeiten in verschiedeneu Höhen in der Atmosphäre sich findet und folglich von diesen beiden Ursachen abhängen kann.

Die auf der Zersetzung, Brechung und Zurückwerfung des Lichts durch den Dunst der Atmosphäre beruhenden Erscheinungen sind nicht weniger auffallend und wichtig, als die, welche durch die Elektricität hervorgebracht werden. Diesen Wirkungen des atmosphärischen Dunstes auf das Licht verdanken wir nicht blos die blaue Farbe des Himmels und alle die glänzenden Tinten der Wolken, sondern auch die wohlthätige Morgen- und Abenddämmerung, ja sogar das Tageslicht selbst. „Hätte die Atmosphäre,“ sagt J. Herschel, „nicht ihr Zurückwerfungs- und Vertheilungsvermögen, so wären uns ausserhalb des eigentlichen Sonnenscheins keine Gegenstände sichtbar, jeder Schatten einer vorüberziehenden

*) Siehe den Anhang.

Wolke brächte pechschwarze Dunkelheit; die Sterne wären den ganzen Tag über sichtbar, und jedes Zimmer, worin die Sonne nicht direkten Zutritt hätte, wäre in nächtliche Finsterniß gehüllt.“ Ferner, um die Worte desselben Schriftstellers in Beziehung auf die Dämmerung zu gebrauchen: — „Nach dem Untergang der Sonne und des Mondes fährt die Atmosphäre noch fort, uns einen Theil ihres Lichtes zukommen zu lassen, zwar nicht durch unmittelbare Zusendung, aber durch Zurückwerfung auf die Dünste und winzigen festen Theile, welche in ihr umherschwimmen, und vielleicht auf die eigentlichen Atome der Luft selbst.“ Dieß sind die schönen Erscheinungen und die wichtigen Ergebnisse der Einwirkung des Dunstes der Atmosphäre auf das Licht. Noch haben wir einige andere zu erwähnen, welche von ähnlichem Charakter sind und durch dieselben Ursachen hervorgebracht werden, aber weniger häufig vorkommen oder eine unbedeutendere Rolle im Haushalte der Natur spielen.

Die erste dieser untergeordneteren Erscheinungen, welche wir anführen wollen, ist die Luftspiegelung, eine theils auf dem Dunste der Atmosphäre, theils auf der Vermischung von Luftschichten mit verschiedenen Temperaturen und Dichtigkeiten beruhende Erscheinung. Sie ist nicht selten in ebenen Ländern, wenn ihre Oberfläche durch die Sonnenstrahlen sehr heiß geworden ist, und durch die Fortdauer der Hitze Verdunstung entsteht. Die Luftspiegelung nimmt das Aussehen einer Wasserfläche an, welche oft die zurückgeworfenen oder umgekehrten Bilder entfernter Gegenstände darstellt. In Aegypten und in den benachbarten sandigen Ebenen, wo sie sehr gewöhnlich ist, ist die Täuschung manchmal so vollkommen, daß die Reisenden kaum von dem Nichtvorhandensein dessen, was sie sich zu sehen einbilden, überzeugt werden können. Die Erscheinung läßt sich jedoch aus bekannten optischen Grundsätzen völlig genügend erklären.

Nahe verwandt mit der Luftspiegelung ist die Fata Morgana, welche man hie und da in den Straßen von Messina bemerkt. Es gibt noch viele ähnliche Erscheinungen, welche alle von der Brechung des Lichtes durch Mittel von verschiedener Dichtigkeit herrühren.

Die nächste Klasse von Erscheinungen, von welcher gesprochen werden muß, sind diejenigen, welche in der Atmosphäre schwimmende Eiskrystalle oder sichtbarer Dunst durch ihre Einwirkung auf das Licht hervorbringen. Die eckigen Formen der Eiskrystalle erzeugen, indem sie den Lichtstrahlen verschiedene Richtungen geben, mannigfaltige excentrische Höfe, welche durch ihre vereinigten Intensitäten, besonders da, wo sie einander durchkreuzen, manchmal ansehnliche Lichtmassen hervorbringen, die man Nebensonnen und Nebenmonde nennt. Sichtbare, aus Wasser im flüssigen Zustande bestehende Dünste bilden ebenfalls manchmal Höfe, aber diese — wenn mehr als einer vorhanden ist — werden stets koncentrisch, indem die Sonne od.r der Mond im Mittelpuncte steht. Diese beiden Erscheinungen finden nicht selten zu der nämlichen Zeit statt.

Die letzte und häufigste Erscheinung von der allgemeinen Art, welche wir anführen wollen, wird durch die Wirkung flüssiger Wassertropfen auf das Licht hervorgebracht; wir meinen den Regenbogen. Die Bedingung des letzteren ist jedermann bekannt: es muß während des Sonnenscheins regnen. Wendet unter diesen Umständen der Beobachter seinen Rücken der Sonne zu, so sieht er den farbigen Bogen auf der entgegengesetzten Wolke sich ausbreiten und alle Tinten des prismatischen Bildes entfalten.

Die heilige Schrift lehrt uns, daß diese prachtvolle Erscheinung den Menschen als Sinnbild ihrer Befreiung von künftigen Ueberschwemmungen gelten sollte. Der Zweifler soll sagen, was für ein glücklicheres und befriedigenderes Unterpfand hätte gegeben werden konnen. Damit der Regenbogen erscheinen kann, darf der Himmel nur theilweise mit Wolken bedeckt sein. So lange daher, als „Er seinen Bogen in die Wolken setzt," haben wir volle Sicherheit, daß diese Wolken fortfahren müssen, Heil, und nicht Verderben, auf die Erde zu regnen.

3. Von dem gelegentlichen Vorhandensein fremder Körper in der Atmosphäre und ihren Wirkungen. — Die fremden Körper, welche gelegentlich in der Atmosphäre vorhanden sind, können in zweierlei Arten eingetheilt werden, näm-

lich in solche, welche in einem Zustande der Mischung in der Atmosphäre blos schweben, und in solche, welche dieselbe in einem Zustande der Auflösung durchdringen.

In alten und neuen Zeiten, so wie in verschiedenen Theilen der Welt hat man schon den Regen und Schnee durch eine Beimischung fremder Stoffe gefärbt gesehen. Die Beschaffenheit dieser Färbestoffe aber fand man in verschiedenen Fällen sehr verschieden. Einige derselben nämlich zeigten sich von vegetabilischem Ursprunge, indem sie aus winzigen Flechten und andern kryptogamischen Pflanzen bestanden, welche durch die Thätigkeit der Winde emporgetrieben und in Myriaden durch die Atmosphäre verbreitet worden waren. Solche vegetabilische Stoffe waren manchmal mehr oder weniger roth, woraus jene vermeintlichen Blutregen sich erklären, welche einst so große Bestürzung erregten. In andern Fällen hatten erdige und metallische Stoffe als ganz feiner Staub dem Regen und Schnee eine Farbe gegeben, und dann war das Fallen des letzteren gewöhnlich von heftigen elektrischen Erscheinungen begleitet, ähnlich denjenigen, welche beinahe immer mit dem Fallen der Meteorsteine oder Aerolithen, mit denen sie vielleicht in naher Verwandtschaft stehen, verbunden sind.

Das Herabfallen von Steinen aus der Atmosphäre kann jetzt nicht mehr bezweifelt werden, obgleich der Ursprung und die Beschaffenheit derselben sehr im Dunkeln liegen und in der That bei dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens nicht erklärt werden können. Man hat verschiedene Meinungen über die Sache aufgestellt. Einige, welche die Aerolithen als Erzeugnisse unseres eigenen Planeten betrachteten, sahen dieselben für Massen an, welche von Vulkanen bis zu einer großen Höhe und Entfernung in die Atmosphäre emporgeschleudert oder durch die Vereinigung der aus Vulkanen aufsteigenden erdigen und metallischen Staubtheile gebildet worden seien. Andere schrieben den Aerolithen einen ganz andern Ursprung zu und waren der Ansicht, es seien durch den leeren Raum zerstreute Bruchstücke, welche, wenn sie in das Bereich der Anziehungskraft unserer Erde kommen, auf deren Oberfläche herabgezogen werden u. s. w.

Obgleich wir auf diese Weise über den Ursprung der Aerolithen und ihren Nutzen im Haushalte der Natur in Ungewißheit sind, so scheint doch jetzt durch unzählige Beobachtungen vollkommen erwiesen zu sein, daß sie in den höheren Regionen der Atmosphäre in einem Zustande heftiger Gluth sich befinden. Sie nehmen dann die Gestalt funkelnder Meteore an, welche, wenn sie sich der Erde nähern, mit einer lauten, von einem Steinregen gefolgten Explosion zerbersten. Diese Steine tragen meistens deutliche Kennzeichen der Schmelzung an sich, und viele derselben wurden, so lange sie noch warm waren, aufgeschlagen, so daß kein Zweifel übrig blieb, daß sie wirklich Aerolithe seien. Auch ist es merkwürdig, daß die Zusammensetzung der Aerolithe in gewissem Grade eine fest bestimmte ist. Sie enthalten nämlich stets entweder Eisen oder Kobalt oder Nickel oder alle diese drei Metalle, in Verbindung mit verschiedenen erdigen Substanzen. Man hat sie von jeder Größe gefunden, von der weniger Grane bis zu dem Gewichte von mehreren hundert Pfunden; denn von diesem Gewichte sind einige jener isolirten Eisenmassen, welche man in verschiedenen Theilen der Welt gefunden hat, und deren meteorischer Ursprung fast allgemein zugestanden ist.

In der Mitte zwischen den in der Atmosphäre schwebenden und den aufgelösten Substanzen stehen diejenigen Stoffe, von welcher Art nun auch ihre Beschaffenheit sein mag, die sich über weite Strecken ausdehnen und trockene Nebel genannt werden.

Im Jahre 1782 und noch mehr in dem darauf folgenden breitete sich ein merkwürdiger Nebel dieser Art über Europa aus. In Masse angesehen, war er von einer blaßblauen Farbe; am dicksten war er Mittags, wo die Sonne durch ihn roth erschien. Regen hatte nicht den geringsten Einfluß auf denselben. Dieser Nebel soll ein Trocknungsvermögen und manchmal einen starken eigenthümlichen Geruch gehabt haben. Auch wird erzählt, er habe an manchen Orten eine zähe, beissende Flüssigkeit von unangenehmem Geruche abgesetzt. Um dieselbe Zeit fanden in Calabrien und auf Island furchtbare, von vulkanischen Ausbrüchen begleitete Erdbeben statt. Diese beiden Er-

scheinungen setzte man mit dem Nebel in Verbindung. Auch hat man wirklich die allgemeine Bemerkung gemacht, daß einem solchen Zustande der Atmosphäre gewöhnlich, entweder in demselben oder in einem benachbarten Lande, ein Erdbeben voranging. Die Zerstreuung dieses Nebels im Sommer 1783 war von heftigen Donnerwettern begleitet. Wie sich denken läßt, hatte die lange Fortdauer desselben auf den Zustand der Gesundheit im Allgemeinen einen sehr nachtheiligen Einfluß. Zu gleicher Zeit entstanden Epidemieen verschiedener Art. So herrschte in den oben angegebenen Jahren 1782 und 1783 ein epidemischer Katarrh oder eine Influenza in Europa, welche nicht blos die Menschen, sondern auch die Thiere befiel.

Die Beschaffenheit des so durch die Atmosphäre verbreiteten Stoffes ist völlig unbekannt. Er mag zu verschiedenen Zeiten nicht weniger verschieden sein, als der Charakter der Epidemieen, welche er erzeugt. Als ein Beispiel der außerordentlichen Wirkungen, welche fremde Körper, wenn sie durch die Atmosphäre verbreitet sind, hervorbringen können, führen wir diejenigen an, welche durch Selenium entstehen, wenn es in Verbindung mit Wasserstoff auch nur in der allerkleinsten Quantität als Gas durch die Luft verbreitet ist. Die Wirkungen dieser gasförmigen Verbindung von Selenium mit Wasserstoff werden von dem berühmten Chemiker Berzelius, ihrem Entdecker, so beschrieben: „Beim ersten Versuche, den ich über die Einathmung dieses Gases anstellte, ließ ich eine Gasblase etwa von der Größe einer kleinen Erbse in meine Nasenlöcher ein. Dieß beraubte mich so völlig des Geruchs, daß ich mir eine Flasche concentrirten Ammoniaks vor die Nase halten konnte, ohne etwas zu riechen. Nach 5 bis 6 Stunden bekam ich zwar allmählig meinen Geruch wieder, aber 14 Tage lang blieb mir ein heftiger Katarrh. Ein anderesmal, als ich dieses Gas bereitete, empfand ich einen leichten Lebergeruch, da das Gefäß nicht ganz geschlossen war; jedoch war die Oeffnung sehr klein, und wenn ich sie mit einem Wassertropfen bedeckte, so sah man Bläschen von der Größe einer Nadelspitze hervorkommen. Um von dem Gase nicht belästigt zu werden, stellte ich den Apparat unter das Kamin des

Laboratoriums. Zuerst fühlte ich eine Schärfe in meiner Nase, hierauf wurden meine Augen roth, und andere Merkmale eines Katarrhs begannen, obgleich nur in einem geringen Grade, sich zu zeigen. Nach einer halben Stunde bekam ich einen schmerzhaften, trockenen Husten, welcher lange Zeit anhielt und endlich von einem Auswurfe begleitet wurde, der ganz wie der Dampf der siedenden Auflösung eines ätzenden Sublimats schmeckte. Die Auflegung eines Blasenpflasters auf meine Brust entfernte diese Symptome. Die Quantität des selenisirten Wasserstoffgases, welche jedesmal in meine Athmungsorgane eindrang, war weit kleiner, als von jeder andern anorganischen Substanz erforderlich gewesen wäre, um solche Wirkungen hervorzubringen."

Das Selenium findet sich, wie wir früher erwähnten, größtentheils in Verbindung mit mineralischem Schwefel. Auch ist es, wie der Schwefel, ein vulkanisches Erzeugniß. Obgleich wir uns nun die Möglichkeit der Verbreitung von Selenium durch die Atmosphäre in Verbindung mit Wasserstoff nicht wohl denken können; so kann es doch in einer andern Art von Verbindung, welche Wirkungen ähnlich denen mit Selenium verbundenen Wasserstoffs hervorbringen mag, durch jene verbreitet werden. Hiemit wollen wir jedoch nicht behaupten, daß die Verbreitung einer solchen Substanz wirklich stattfinde; sondern unsere Absicht ist nur die, zu zeigen, daß eine kleine Quantität von einem wirksamen Ingredienz, wie Selenium, die Atmosphäre eine große Strecke weit verunreinigen kann. Eine solche Substanz, aus dem Krater eines Vulkans während eines Ausbruchs oder durch eine Erdspalte während eines Erdbebens ausgeworfen, kann so eine epidemische Krankheit hervorbringen. Auch ist es nicht unwahrscheinlich, daß viele Epidemieen, besonders die von katarrhalischer Art, auf diese Weise entstanden sind.

Die gelegentlich durch die Atmosphäre sich verbreitenden Stoffe, welche in einem Zustande der Auflösung erscheinen, sind, ausser in einigen Fällen vielleicht durch den Geruch, für unsere Sinne nicht oft wahrnehmbar.

Als ein Beispiel von dem Vorhandensein solcher Körper in

der Atmosphäre erwähnen wir eine sehr merkwürdige Beobachtung, welche dem Verfasser dieser Abhandlung während des letzten Vorherrschens der epidemischen Cholera sich ergab. Er war seit einigen Jahren mit Untersuchungen über die Atmosphäre beschäftigt gewesen, und seit mehr als sechs Wochen vor der Erscheinung der Cholera in London hatte er beinahe jeden Tag Versuche angestellt, mit möglichster Genauigkeit das Gewicht einer gegebenen Masse Luft unter genau denselben Verhältnissen der Temperatur und des Druckes auszumitteln. Am 9. Februar 1832 nun schien das Gewicht der Luft plötzlich das gewöhnliche Maß zu überschreiten. Da dieß aber von einem zufälligen Irrthume oder von einem Fehler an dem gebrauchten Apparate herrühren mochte, so wurden, um die Ursache zu entdecken, die folgenden Beobachtungen mit der äußersten Aufmerksamkeit angestellt; aber weder ein Irrthum noch ein Fehler am Apparate konnte entdeckt werden. Auch an den nächsten Tagen hielt sich das Gewicht der Luft noch über dem gewöhnlichen Maße, obgleich nicht mehr ganz so hoch, wie am 9. Februar, wo die Veränderung zuerst bemerkt wurde. So lange diese Versuche angestellt wurden, nämlich über sechs weitere Wochen, behielt die Luft ihr größeres Gewicht. Der Unterschied war zwar klein, aber stets entschieden und wirklich. Denn die Art der Anstellung der Versuche hätte keinen Irrthum zugelassen, wenigstens keinen dem Maße des hinzukommenden Gewichtes entsprechenden, ohne daß die Ursache desselben an den Tag gekommen wäre. Dieses Steigen des Gewichts der Luft zu London im Februar 1832 scheint daher nur auf Eine Weise sich erklären zu lassen, wenn man nämlich die Verbreitung eines gasförmigen Körpers durch die unteren Regionen dieser Stadt annimmt, welcher beträchtlich schwerer war, als die Luft, die er verdrängte. Um den 9. Februar drehte sich der Wind, welcher vorher westlich gewesen war, gegen Osten und behielt vorherrschend diese Richtung bis zum Ende des Monats. Nun verlauteten aber gerade zu der Zeit, als der Wind umschlug, die ersten Cholerafälle in London, und von da an breitete sich die Krankheit aus. Daß die epidemische Cholera die Wirkung der besonderen Beschaffen-

heit der Atmosphäre gewesen sei, damit wäre vielleicht zu viel behauptet, aber Gründe, welche anderswo entwickelt worden sind, leiten den Verfasser dieser Abhandlung auf die Ansicht, daß die Cholera von demselben Stoffe herrührte, welcher die Erhöhung des Gewichts der Luft verursachte. Eine Auseinandersetzung jener Gründe wäre hier völlig am unrechten Orte, und es genügt die Bemerkung, daß dieselben hauptsächlich auf merkwürdige Veränderungen in gewissen Absonderungen des menschlichen Körpers gegründet sind, welche während des Vorherrschens der Epidemie beinahe allgemeiu bemerkt wurden, so wie darauf, daß ähnliche Veränderungen in denselben Absonderungen derjenigen sich zeigten, welche dem sehr ausgesetzt waren, was man Malaria nennt. Der fremde Körper daher, welcher im Februar 1832 in der Atmosphäre Londons sich verbreitet hatte, war wahrscheinlich eine Art Malaria, ein Gegenstand, welchen wir jetzt näher betrachten wollen.

In Gegenden, welche theilweise mit Wasser bedeckt sind, und eine üppige Vegetation haben, wie z. B. Marsch- und Moorländer, besonders in warmen Himmelsstrichen oder in kälteren zu solchen Jahreszeiten, wo die Sonne am kräftigsten ist, finden schädliche Ausdünstungen statt, deren Beschaffenheit vielleicht gewissermaßen je nach der Lokalität verschieden ist. Solche Ausdünstungen werden mit dem allgemeinen Namen Malaria bezeichnet und sind bekanntlich die reiche Quelle von allerlei Krankheiten, welche mehr oder minder den Charakter des Wechselfiebers an sich tragen. In kalten und gemäßigten Climaten nehmen diese Krankheiten meistens die Gestalt von regelmäßigem Fieber oder von Rheumatismen an; aber in der Nähe der Wendekreise und innerhalb derselben erscheinen sie als die furchtbareren intermittirenden und anhaltenden Fieber, die bekannten Geißeln heißer Climate.

In Beziehung auf die Beschaffenheit dieser Ausdünstungen ist unser Wissen sehr unvollkommen. Offenbar hängen sie in gewisser Beziehung mit der Vegetation zusammen, jedoch nicht mit der lebenden und wachsenden, sondern mit der absterbenden. Man hat es daher wahrscheinlich gefunden, das sie einen gasförmigen,

hauptsächlich aus Wasser- und Kohlenstoff bestehenden Körper enthalten. Ihre Wirkungen mögen aus einer solchen gasartigen Zusammensetzung entspringen, obgleich bis jetzt keine dieser Art bekannt ist; und wahrscheinlich verdankt die Malaria ihre Eigenschaften gelegentlich auch anderen Grundstöffen, welche sich außer dem Wasser- und Sauerstoffe aus absterbenden Vegetabilien frei machen.

Wir haben so eine gedrängte Darstellung der Gesetze und Anordnungen zu geben gesucht, welche zusammen das ausmachen, was man das Clima nennt, und, da sie von unzweifelhaftem Einflusse auf die Wohlfahrt der Bewohner dieser Erdkugel sind, von keinen anderen in dem ganzen Gebiete der Natur an Interesse oder Wichtigkeit überboten werden. Von den unzähligen Sonnen und Planeten, welche den unermeßlichen Raum des Weltalls ausfüllen mögen, fühlen wir keine Einwirkung; sogar ihr Dasein dringt sich kaum unserer Kenntniß auf. Aber bei dem Lichte und der Wärme unserer Sonne und bei dem Winde und Regen unserer Atmosphäre ist jedes organisirte Wesen auf dieser Erde vom Menschen, dem Herrn dieser Schöpfung, an bis zu der geringsten Pflanze hinab, welche den Thau des Himmels trinkt, gleich sehr betheiligt. Die Meteorologie hat daher in allen Zeitaltern und Ländern die besondere Aufmerksamkeit der Menschen auf sich gezogen. In roheren Zuständen der Gesellschaft machten auf das Aussehen der Wolken, die Bewegungen von Thieren, und auf andere zufällige Umstände gestützte Prophezeiungen das Geschäft derjenigen aus, welche sich ein Vorhersehen der Witterung zuschrieben, während elektrische Erscheinungen Gegenstände abergläubischer Ehrfurcht waren. In neueren Zeiten hat ein großer Theil dieser Verwunderung und Ungewißheit aufgehört. Die Düsterheit oder Klarheit der Luft, die Nebel und Höfe eines Sturmhimmels, die Unruhe und das Geschrei von Thieren u. s. w. hat man jetzt einfach auf die Ueberladung mit Feuchtigkeit und auf diejenige ungleiche Vertheilung der Elektricität zurückgeführt, welche einem Regen vorangeht. Ja der Blitz selbst ist in seinem Laufe aufgehalten und, nicht mehr länger ein Gegenstand des Entsetzens, der Hälfte seiner Schrecken beraubt worden.

Aber können diese Fortschritte der Wissenschaft unsere Verehrung des großen Urhebers der Schöpfung schwächen oder seiner Weisheit und Macht etwas entziehen? Im Gegentheil muß unsere Vorstellung von beiden um ein Bedeutendes steigen. Von Gott in seiner Unendlichkeit vermögen wir endliche Wesen uns keinen Begriff zu bilden. Das Wenige, das wir von ihm wissen können, lernen wir beinahe nur aus seinen Werken. Wer daher seine Werke am gründlichsten studirt hat, wird der fähigste, ja der einzig fähige sein, sich eine angemessene Vorstellung von ihm zu machen. So dürfen die Handlungen des Messens, des Wägens, des Schätzens, des Folgerns als die edelsten Vorrechte des Menschen betrachtet werden; denn nur dadurch ist er im Stande, den Fußstapfen seines Schöpfers zu folgen und seine großen Zwecke zu errathen. Mit diesen Mitteln ausgerüstet, sieht und würdigt er die Weisheit und Macht, die Gerechtigkeit und Güte, welche durch die ganze Schöpfung herrschen; er starrt nicht mehr mit blöder Verwunderung den Himmel an, noch erbebt er mehr vor dem Blitze, als vor einem Zeichen des Zorns einer rachsüchtigen Gottheit.

Die Constituenten des Climas sind, so unvollkommen wir sie auch kennen, auf eine so überraschende Weise angeordnet, daß sie demjenigen, welcher das Vorhandensein eines Zweckes zugibt, nur vor Augen gelegt zu werden brauchen, um von ihm als weitere Beweise jener großen Wahrheit betrachtet zu werden. Wo Alles groß und herrlich und gut ist, da bedarf es keiner Wahl; aber die Umstände, welche die Vertheilung des Wassers auf dieser Erdkugel begleiten, dringen uns vielleicht stärker, als irgend etwas Anderes, die Ueberzeugung von dem Vorhandensein eines Zweckes auf. Sehen wir von den übrigen Eigenschaften des Wassers ab; durch welche andere Annahme, als die eines Zweckes, können wir alle die bewundernswürdigen Eigenschaften erklären, auf welchen seine Verdunstung und Verbreitung durch die Atmosphäre, seine nachfolgende Verdichtung nicht auf einmal in die Form von Wasser oder Eis, sondern in den Zwischenzustand von Wolken, seine Farbe und Leichtigkeit als Schnee, sein Vermögen, das Licht zu brechen und die Elek-

tricität zu leiten, — kurz alle die zahlreichen bis ins Kleinste gehenden glücklich erdachten Eigenschaften beruhen, welche diese herrliche Flüssigkeit an den Tag legt! Diese Eigenschaften zusammen bilden eine solche Vereinigung von Anpassungen und Anordnungen, von welchen jede auf das schönste eine besondere Absicht erfüllt und offenbar zur Erfüllung dieser Absicht bestimmt ist, daß an der Wirksamkeit eines Zweckes zu zweifeln, unmöglich scheinen sollte. Dennoch haben sich manche Menschengeister so weit verirrt, daß sie von dem Vorhandensein eines Zwecks entweder nicht überzeugt werden können oder nicht wollen, sondern die Allmacht der Naturgesetze behauptend, desjenigen vergessen, welcher diese Gesetze schuf, und weder an sein Dasein, noch an seine Macht glauben wollen. Für solche Leute bietet die Meteorologie einen oder zwei ausschließende Beweise dar, welche wir auf die Gefahr hin, der Weitschweifigkeit und unnöthigen Wiederholung beschuldigt zu werden, hier kurz hervorheben wollen.

Dem großen Schöpfer der Natur hat es, wie wir früher bemerkten, gefallen, nach gewissen festen Gesetzen zu wirken, an welche er sich unabänderlich hält. Einige dieser Gesetze können wir mehr oder minder verstehen und sie auf allgemeinere Grundsätze zurückführen. Andere dagegen liegen außerhalb unserer Fassungskraft; wir sehen nur ihre Wirkungen, und selbst von diesen haben wir nur eine sehr unvollkommene Kenntniß. Als Beispiele derjenigen Naturgesetze, welche wir auf allgemeine Grundgesetze zurückzuführen vermögen, können die Strömungen im Ocean und in der Atmosphäre angeführt werden, durch welche das Gleichgewicht der Temperatur auf der Erdkugel aufrechterhalten wird. Diese Strömungen lassen sich streng auf hydrostatische und pneumatische Grundsätze zurückführen. Der Beweis für das Vorhandensein eines Zweckes, welcher aus diesen Grundsätzen abgeleitet werden kann, beruht daher nicht sowohl auf ihnen selbst, als vielmehr auf ihrer richtigen Anwendung. Andererseits sind, wie wir am Anfange dieser Abhandlung bemerkten, die Gesetze der Chemie rein auf Erfahrung gegründet, so daß unsere Bekanntschaft mit denselben sehr mangelhaft ist;

denn in sehr wenigen Fällen lassen sie sich auf die Gesetze der Größe zurückführen, und sogar wenn dieses möglich ist, kann es nur auf eine sehr unvollkommene Weise geschehen. Aber obgleich wir die Gesetze der Chemie wenig verstehen, so sehen wir doch, daß viele derselben und vielleicht alle, so weit sie uns verständlich sind, vollkommen mit einander übereinstimmen und eben so auffallend zusammenwirken, wie diejenigen, welche auf mechanischen Grundsätzen oder den Gesetzen der Schwere beruhen. So sind die Gesetze, daß alle Körper durch die Wärme ausgedehnt und durch die Kälte zusammengezogen werden, — daß chemische Substanzen in gewissen bestimmten und keinen anderen Verhältnissen sich mit einander verbinden, nicht aber vermischen — allgemeine Gesetze, welche so wenige Ausnahmen erleiden, daß bei den Wirkungen der Natur und dem alltäglichen Verkehre der Menschen beinahe mit derselben Sicherheit auf sie gezählt wird, wie auf die unveränderlichen und nothwendigen Thatsachen, daß ein schwerer Körper auf die Erde fällt, oder daß zweimal zwei vier ist. Diese Gesetze der Chemie haben wir theils wegen ihres allgemeinen und unbestreitbaren Characters, theils deswegen gewählt, um dadurch die Kraft des folgenden Beweises einleuchtender zu machen.

Alle Körper werden durch die Wärme ausgedehnt und durch die Kälte zusammengezogen. Würde das Wasser nicht eine Ausnahme von diesem Gesetze machen, so wäre, wenn auch alle seine übrigen Eigenschaften dieselben blieben, die Hälfte des Wassers auf der Erdkugel, wie wir früher gesehen haben, schon lange in Eis verwandelt und die Existenz organischer Wesen eine physische Unmöglichkeit.

Alle chemischen Substanzen verbinden sich in gewissen bestimmten und in keinen anderen Verhältnissen. Wäre die Luft nach diesem Gesetze gebildet, so würde, alles übrige so vorausgesetzt, wie es ist, die Hälfte der Luft in der Atmosphäre schon lange verunreinigt und zur Erhaltung des thierischen Lebens unfähig geworden seyn. Damit also das Wasser nicht gefröre, und damit die Luft nicht aufhörte,

der Atmosphäre erwähnen wir eine sehr merkwürdige Beobachtung, welche dem Verfasser dieser Abhandlung während des letzten Vorherrschens der epidemischen Cholera sich ergab. Er war seit einigen Jahren mit Untersuchungen über die Atmosphäre beschäftigt gewesen, und seit mehr als sechs Wochen vor der Erscheinung der Cholera in London hatte er beinahe jeden Tag Versuche angestellt, mit möglichster Genauigkeit das Gewicht einer gegebenen Masse Luft unter genau denselben Verhältnissen der Temperatur und des Druckes auszumitteln. Am 9. Februar 1832 nun schien das Gewicht der Luft plötzlich das gewöhnliche Maß zu überschreiten. Da dieß aber von einem zufälligen Irrthume oder von einem Fehler an dem gebrauchten Apparate herrühren mochte, so wurden, um die Ursache zu entdecken, die folgenden Beobachtungen mit der äußersten Aufmerksamkeit angestellt; aber weder ein Irrthum noch ein Fehler am Apparate konnte entdeckt werden. Auch an den nächsten Tagen hielt sich das Gewicht der Luft noch über dem gewöhnlichen Maße, obgleich nicht mehr ganz so hoch, wie am 9. Februar, wo die Veränderung zuerst bemerkt wurde. So lange diese Versuche angestellt wurden, nämlich über sechs weitere Wochen, behielt die Luft ihr größeres Gewicht. Der Unterschied war zwar klein, aber stets entschieden und wirklich. Denn die Art der Anstellung der Versuche hätte keinen Irrthum zugelassen, wenigstens keinen dem Maße des hinzukommenden Gewichtes entsprechenden, ohne daß die Ursache desselben an den Tag gekommen wäre. Dieses Steigen des Gewichts der Luft zu London im Februar 1832 scheint daher nur auf Eine Weise sich erklären zu lassen, wenn man nämlich die Verbreitung eines gasförmigen Körpers durch die unteren Regionen dieser Stadt annimmt, welcher beträchtlich schwerer war, als die Luft, die er verdrängte. Um den 9. Februar drehte sich der Wind, welcher vorher westlich gewesen war, gegen Osten und behielt vorherrschend diese Richtung bis zum Ende des Monats. Nun verlauteten aber gerade zu der Zeit, als der Wind umschlug, die ersten Cholerafälle in London, und von da an breitete sich die Krankheit aus. Daß die epidemische Cholera die Wirkung der besonderen Beschaffen-

heit der Atmosphäre gewesen sei, damit wäre vielleicht zu viel behauptet, aber Gründe, welche anderswo entwickelt worden sind, leiten den Verfasser dieser Abhandlung auf die Ansicht, daß die Cholera von demselben Stoffe herrührte, welcher die Erhöhung des Gewichts der Luft verursachte. Eine Auseinandersetzung jener Gründe wäre hier völlig am unrechten Orte, und es genügt die Bemerkung, daß dieselben hauptsächlich auf merkwürdige Veränderungen in gewissen Absonderungen des menschlichen Körpers gegründet sind, welche während des Vorherrschens der Epidemie beinahe allgemeiu bemerkt wurden, so wie darauf, daß ähnliche Veränderungen in denselben Absonderungen derjenigen sich zeigten, welche dem sehr ausgesetzt waren, was man Malaria nennt. Der fremde Körper daher, welcher im Februar 1832 in der Atmosphäre Londons sich verbreitet hatte, war wahrscheinlich eine Art Malaria, ein Gegenstand, welchen wir jetzt näher betrachten wollen.

In Gegenden, welche theilweise mit Wasser bedeckt sind, und eine üppige Vegetation haben, wie z. B. Marsch- und Moorländer, besonders in warmen Himmelsstrichen oder in kälteren zu solchen Jahreszeiten, wo die Sonne am kräftigsten ist, finden schädliche Ausdünstungen statt, deren Beschaffenheit vielleicht gewissermaßen je nach der Lokalität verschieden ist. Solche Ausdünstungen werden mit dem allgemeinen Namen Malaria bezeichnet und sind bekanntlich die reiche Quelle von allerlei Krankheiten, welche mehr oder minder den Charakter des Wechselfiebers an sich tragen. In kalten und gemäßigten Climaten nehmen diese Krankheiten meistens die Gestalt von regelmäßigem Fieber oder von Rheumatismen an; aber in der Nähe der Wendekreise und innerhalb derselben erscheinen sie als die furchtbareren intermittirenden und anhaltenden Fieber, die bekannten Geißeln heißer Climate.

In Beziehung auf die Beschaffenheit dieser Ausdünstungen ist unser Wissen sehr unvollkommen. Offenbar hängen sie in gewisser Beziehung mit der Vegetation zusammen, jedoch nicht mit der lebenden und wachsenden, sondern mit der absterbenden. Man hat es daher wahrscheinlich gefunden, das sie einen gasförmigen,

Leben unverträglich wären. So können die eigenthümliche Einrichtung der Atmosphäre und die Bewahrung ihrer Reinheit gegen alle diese verunreinigenden Einflüsse als die schlagendsten Beweise für die Güte, Weisheit und Allmacht Gottes betrachtet werden: für die Güte, sofern er ein solches wirkliches Gut wollte, für die Weisheit, sofern er es erdachte, und für die Allmacht, sofern er es schuf und noch immer erhält.

Sechstes Kapitel.

Von der Anpassung organisirter Wesen an das Clima, — eine allgemeine Uebersicht der Vertheilung der Pflanzen und Thiere auf der Erde; sowie von der gegenwärtigen Stellung und den künftigen Aussichten des Menschen.

Bei der allgemeinen Betrachtung des Climas und seiner Beziehung zur Organisation im vorhergehenden Kapitel haben wir einerseits gesehen, wie durch eine Reihe wundervoller Mittel das Clima oder die Temperatur des größeren Theiles der Erdoberfläche so ausgeglichen worden ist, daß organisches Leben in demselben bestehen kann. Andererseits werden wir finden, wie durch eine andere Reihe nicht weniger wundervoller Mittel das organische Leben so vermannigfaltigt und ausgebreitet wurde, daß es alle durch Boden und Clima möglichen Verschiedenheiten darstellt. Daher bietet uns die ganze Anordnung zusammengenommen so außerordentliche Beispiele von gegenseitiger Anpassung ihrer verschiedenen Bestandtheile dar, daß jene sich blos durch die Voraussetzung, es seien verschiedene Theile eben desselben großartigen Planes, erklären lassen; während die gränzen-

Aber können diese Fortschritte der Wissenschaft unsere Verehrung des großen Urhebers der Schöpfung schwächen oder seiner Weisheit und Macht etwas entziehen? Im Gegentheil muß unsere Vorstellung von beiden um ein Bedeutendes steigen. Von Gott in seiner Unendlichkeit vermögen wir endliche Wesen uns keinen Begriff zu bilden. Das Wenige, das wir von ihm wissen können, lernen wir beinahe nur aus seinen Werken. Wer daher seine Werke am gründlichsten studirt hat, wird der fähigste, ja der einzig fähige sein, sich eine angemessene Vorstellung von ihm zu machen. So dürfen die Handlungen des Messens, des Wägens, des Schätzens, des Folgerns als die edelsten Vorrechte des Menschen betrachtet werden; denn nur dadurch ist er im Stande, den Fußstapfen seines Schöpfers zu folgen und seine großen Zwecke zu errathen. Mit diesen Mitteln ausgerüstet, sieht und würdigt er die Weisheit und Macht, die Gerechtigkeit und Güte, welche durch die ganze Schöpfung herrschen; er starrt nicht mehr mit blöder Verwunderung den Himmel an, noch erbebt er mehr vor dem Blitze, als vor einem Zeichen des Zorns einer rachsüchtigen Gottheit.

Die Constituenten des Climas sind, so unvollkommen wir sie auch kennen, auf eine so überraschende Weise angeordnet, daß sie demjenigen, welcher das Vorhandensein eines Zweckes zugibt, nur vor Augen gelegt zu werden brauchen, um von ihm als weitere Beweise jener großen Wahrheit betrachtet zu werden. Wo Alles groß und herrlich und gut ist, da bedarf es keiner Wahl; aber die Umstände, welche die Vertheilung des Wassers auf dieser Erdkugel begleiten, dringen uns vielleicht stärker, als irgend etwas Anderes, die Ueberzeugung von dem Vorhandensein eines Zweckes auf. Sehen wir von den übrigen Eigenschaften des Wassers ab; durch welche andere Annahme, als die eines Zweckes, können wir alle die bewundernswürdigen Eigenschaften erklären, auf welchen seine Verdunstung und Verbreitung durch die Atmosphäre, seine nachfolgende Verdichtung nicht auf einmal in die Form von Wasser oder Eis, sondern in den Zwischenzustand von Wolken, seine Farbe und Leichtigkeit als Schnee, sein Vermögen, das Licht zu brechen und die Elek-

verschiedenen anderen Erd- und Salzgrundstoffen, so wie aus Pflanzen- oder Thierüberresten. Nach diesen allgemeinen Bemerkungen über den Boden kommen wir zu dem eigentlichen Gegenstande dieses Kapitels, welches wir in folgende drei Abschnitte theilen wollen: — Von der Vertheilung der Pflanzen auf der Erde; — Von der Vertheilung der Thiere auf der Erde; und — Von der gegenwärtigen Stellung und den künftigen Aussichten des Menschen.

Erster Abschnitt.

Von der Vertheilung der Pflanzen auf der Erde.

Aus dem Gesagten ist leicht zu ersehen, daß Boden und Klima die zwei großen und unmittelbaren Ursachen sind, welche auf das Pflanzen- und Thierleben am meisten Einfluß haben. Wir werden daher zuerst sprechen

1. Von den Verschiedenheiten der Pflanzenwelt in demselben Klima, sofern sie vom Boden und von anderen untergeordneteren Lokalverhältnissen abhängen. — Auch der Unachtsamste muß bei der Reise durch ein Land die Verschiedenheit der Pflanzenwelt in verschiedenen Theilen desselben und die Wirkung bemerken, welche diese Verschiedenheit auf die Sitten und die Gesundheit der Einwohner hervorbringt. So wächst in einigen Theilen Englands der Apfel und die Birne von selbst an jeder Baumhecke, während in andern Gegenden Apfel- und Birnbäume sogar durch die äusserste Sorgfalt nicht zum Blühen gebracht werden können. Einige Lagen sind der Eiche, andere der Buche, andere wiederum der Ulme günstig. Daher herrschen diese bekannten schönen Bäume in einigen Gegenden beinahe mit Ausschluß jedes andern vor und drücken hauptsächlich der Landschaft ihr eigenthümliches Gepräge auf.

denn in sehr wenigen Fällen lassen sie sich auf die Gesetze der Größe zurückführen, und sogar wenn dieses möglich ist, kann es nur auf eine sehr unvollkommene Weise geschehen. Aber obgleich wir die Gesetze der Chemie wenig verstehen, so sehen wir doch, daß viele derselben und vielleicht alle, so weit sie uns verständlich sind, vollkommen mit einander übereinstimmen und eben so auffallend zusammenwirken, wie diejenigen, welche auf mechanischen Grundsätzen oder den Gesetzen der Schwere beruhen. So sind die Gesetze, daß alle Körper durch die Wärme ausgedehnt und durch die Kälte zusammengezogen werden, — daß chemische Substanzen in gewissen bestimmten und keinen anderen Verhältnissen sich mit einander verbinden, nicht aber vermischen — allgemeine Gesetze, welche so wenige Ausnahmen erleiden, daß bei den Wirkungen der Natur und dem alltäglichen Verkehre der Menschen beinahe mit derselben Sicherheit auf sie gezählt wird, wie auf die unveränderlichen und nothwendigen Thatsachen, daß ein schwerer Körper auf die Erde fällt, oder daß zweimal zwei vier ist. Diese Gesetze der Chemie haben wir theils wegen ihres allgemeinen und unbestreitbaren Characters, theils deswegen gewählt, um dadurch die Kraft des folgenden Beweises einleuchtender zu machen.

Alle Körper werden durch die Wärme ausgedehnt und durch die Kälte zusammengezogen. Würde das Wasser nicht eine Ausnahme von diesem Gesetze machen, so wäre, wenn auch alle seine übrigen Eigenschaften dieselben blieben, die Hälfte des Wassers auf der Erdkugel, wie wir früher gesehen haben, schon lange in Eis verwandelt und die Existenz organischer Wesen eine physische Unmöglichkeit.

Alle chemischen Substanzen verbinden sich in gewissen bestimmten und in keinen anderen Verhältnissen. Wä[illegible] die Luft nach diesem Gesetze gebildet, so würde, alles übrige so vorausgesetzt, wie es ist, die Hälfte der Luft in der Atmosphäre schon lange verunreinigt und zur Erhaltung des thierischen Lebens unfähig geworden seyn. Damit also das Wasser nicht gefröre, und damit die Luft nicht aufhörte,

tricität zu leiten, — kurz alle die zahlreichen bis ins Kleinste gehenden glücklich erdachten Eigenschaften beruhen, welche diese herrliche Flüssigkeit an den Tag legt! Diese Eigenschaften zusammen bilden eine solche Vereinigung von Anpassungen und Anordnungen, von welchen jede auf das schönste eine besondere Absicht erfüllt und offenbar zur Erfüllung dieser Absicht bestimmt ist, daß an der Wirksamkeit eines Zweckes zu zweifeln, unmöglich scheinen sollte. Dennoch haben sich manche Menschengeister so weit verirrt, daß sie von dem Vorhandensein eines Zwecks entweder nicht überzeugt werden können oder nicht wollen, sondern die Allmacht der Naturgesetze behauptend, desjenigen vergessen, welcher diese Gesetze schuf, und weder an sein Dasein, noch an seine Macht glauben wollen. Für solche Leute bietet die Meteorologie einen oder zwei ausschließende Beweise dar, welche wir auf die Gefahr hin, der Weitschweifigkeit und unnöthigen Wiederholung beschuldigt zu werden, hier kurz hervorheben wollen.

Dem großen Schöpfer der Natur hat es, wie wir früher bemerkten, gefallen, nach gewissen festen Gesetzen zu wirken, an welche er sich unabänderlich hält. Einige dieser Gesetze können wir mehr oder minder verstehen und sie auf allgemeinere Grundsätze zurückführen. Andere dagegen liegen außerhalb unserer Fassungskraft; wir sehen nur ihre Wirkungen, und selbst von diesen haben wir nur eine sehr unvollkommene Kenntniß. Als Beispiele derjenigen Naturgesetze, welche wir auf allgemeine Grundgesetze zurückzuführen vermögen, können die Strömungen im Ocean und in der Atmosphäre angeführt werden, durch welche das Gleichgewicht der Temperatur auf der Erdkugel aufrechterhalten wird. Diese Strömungen lassen sich streng auf hydrostatische und pneumatische Grundsätze zurückführen. Der Beweis für das Vorhandensein eines Zweckes, welcher aus diesen Grundsätzen abgeleitet werden kann, beruht daher nicht sowohl auf ihnen selbst, als vielmehr auf ihrer richtigen Anwendung. Andererseits sind, wie wir am Anfange dieser Abhandlung bemerkten, die Gesetze der Chemie rein auf Erfahrung gegründet, so daß unsere Bekanntschaft mit denselben sehr mangelhaft ist;

denn in sehr wenigen Fällen lassen sie sich auf die Gesetze der Größe zurückführen, und sogar wenn dieses möglich ist, kann es nur auf eine sehr unvollkommene Weise geschehen. Aber obgleich wir die Gesetze der Chemie wenig verstehen, so sehen wir doch, daß viele derselben und vielleicht alle, so weit sie uns verständlich sind, vollkommen mit einander übereinstimmen und eben so auffallend zusammenwirken, wie diejenigen, welche auf mechanischen Grundsätzen oder den Gesetzen der Schwere beruhen. So sind die Gesetze, daß alle Körper durch die Wärme ausgedehnt und durch die Kälte zusammengezogen werden, — daß chemische Substanzen in gewissen bestimmten und keinen anderen Verhältnissen sich mit einander verbinden, nicht aber vermischen — allgemeine Gesetze, welche so wenige Ausnahmen erleiden, daß bei den Wirkungen der Natur und dem alltäglichen Verkehre der Menschen beinahe mit derselben Sicherheit auf sie gezählt wird, wie auf die unveränderlichen und nothwendigen Thatsachen, daß ein schwerer Körper auf die Erde fällt, oder daß zweimal zwei vier ist. Diese Gesetze der Chemie haben wir theils wegen ihres allgemeinen und unbestreitbaren Characters, theils deswegen gewählt, um dadurch die Kraft des folgenden Beweises einleuchtender zu machen.

Alle Körper werden durch die Wärme ausgedehnt und durch die Kälte zusammengezogen. Würde das Wasser nicht eine Ausnahme von diesem Gesetze machen, so wäre, wenn auch alle seine übrigen Eigenschaften dieselben blieben, die Hälfte des Wassers auf der Erdkugel, wie wir früher gesehen haben, schon lange in Eis verwandelt und die Existenz organischer Wesen eine physische Unmöglichkeit.

Alle chemischen Substanzen verbinden sich in gewissen bestimmten und in keinen anderen Verhältnissen. Wäre die Luft nach diesem Gesetze gebildet, so würde, alles übrige so vorausgesetzt, wie es ist, die Hälfte der Luft in der Atmosphäre schon lange verunreinigt und zur Erhaltung des thierischen Lebens unfähig geworden seyn. Damit also das Wasser nicht gefröre, und damit die Luft nicht aufhörte,

eingeathmet werden zu können, mußten Gesetze überschritten werden — und **sie sind überschritten worden,** überschritten gerade da, wo ihre Ueberschreitung in Beziehung auf Art und Grad zum organischen Leben unumgänglich nothwendig ist. Nun wenden wir uns an den eigensinnigsten Zweifler in Beziehung auf den Beweis von dem Vorhandensein eines Zweckes und fragen ihn, wie anders, als durch eine absichtliche Anpassung und in Folge eines besonderen Zweckes, zwei so allgemeine Gesetze gerade in denjenigen Fällen haben überschritten werden können, in welchen ihre Ueberschreitung erforderlich ist, sonst aber nie! Eine Sophisterei, vermittelst welcher eine Ausflucht vor dieser klaren Frage versucht werden könnte, kennen wir nicht. Aber unabweislich dringt sich uns die Ueberzeugung auf, daß eine Absicht jener Anordnungen war, den dünkelhaften Zweifler zu beschämen, welcher so selbst durch das Wasser, das er trinkt, und durch die Luft, die er einathmet, beständig an die Ueberschreitung seiner gepriesenen „Naturgesetze" erinnert wird.

In Betreff der fremden Körper in der Atmosphäre, von welchen im letzten Abschnitte die Rede war, ist noch zu bemerken, daß sie, obgleich von völlig entgegengesetztem Charakter, dennoch in Einem Punkte einander gleich sind, indem sie nämlich offenbar alle weniger wegen ihrer selbst existiren, als vielmehr die unvermeidlichen Ergebnisse allgemeiner, aus höhern Absichten gegebener Gesetze sind. Solche Resultate allgemeiner Gesetze können der Kälte und Dunkelheit zur Seite gestellt werden, welche wegen der Stellung der Erde in ihrem Verhältnisse zur Sonne nothwendig um die Pole herrschen; sie sind gleicherweise zugelassen worden, nicht weil sie nicht hätten vermieden oder entfernt werden können, sondern, um mit den oben angeführten Worten Paley's zu reden, „weil es der Gottheit gefallen hat, ihrer eigenen Macht Schranken vorzuzeichnen und innerhalb dieser ihre Absichten auszuführen."

Vergessend, wie unbedeutend er und wie geringfügig sein Wissen ist, fühlt sich der Mensch nur zu geneigt, an die Allmacht den Maßstab seines eigenen beschränkten Verstandes zu legen, und läßt sich bei dem Urtheile über den Umfang der göttlichen

Güte nur zu gerne von seinen eigenen selbstsüchtigen Gesinnungen leiten. Daß unsere Erde, dieser kleine Theil eines großen wundervollen Systems, den allgemeinen Gesetzen unterworfen sei, welche das ganze System beherrschen, ist wenigstens ausnehmend wahrscheinlich. Freilich der Zweck solcher allgemeinen Gesetze, ihrer Veränderungen, ihrer Ausnahmen oder ihrer Einwirkungen können wir auf diesem äußersten Punkte des Weltalls nicht erkennen. Was uns daher unregelmäßig oder mangelhaft erscheint, kann ein Glied in einer höhern Ordnung der Dinge sein, zu erhaben und groß, um von dem menschlichen Geiste begriffen zu werden, und nur höheren Wesen außer dem Schöpfer selbst bekannt. So wird unter den Verwüstungen der Windsbraut und des Donnerwetters, bei den schädlichen Wirkungen der Malaria und dem Umzuge der Pest die Güte der Gottheit bestritten, ja sogar ihre Macht in Zweifel gezogen. Aber was sind in Wahrheit alle diese Heimsuchungen anders, als eben so viele Beispiele von den „unerforschlichen Wegen“ der Allmacht? „Er ist der Herr, deß Wege im Wetter und Sturm sind!“ ein Weiler wird verwüstet, einige Personen mögen umkommen, aber das allgemeine Ergebniß ist gut: die Atmosphäre wird gereinigt, und die Pest mit ihrem ganzen Gefolge von Uebeln verschwindet. Ja wie unerforschlich auch der Zweck der tödtlichen Malaria selbst ist, erkennen wir nicht wenigstens Eine Absicht, welcher sie dient, nämlich das Nachdenken und den Fleiß der Menschen anzuspornen? durch seine Vernunft ist dieser auf ein wohlthätig zu seinem Gebrauche eingerichtetes Gegengift geführt worden, welches der Malaria die Hälfte ihrer Schrecken benommen hat. Durch seinen Fleiß sind Sümpfe in fruchtbares Land verwandelt worden, und Krankheit hat der Gesundheit Platz gemacht.

Wenn wir daher alle diese Dinge gebührend erwägen; wenn wir die Zahl, die Eigenschaften, die verschiedene Beschaffenheit der unsere Erdkugel ausmachenden Stoffe in Betracht ziehen; so ist es sicher ein Wunder, nicht daß einige wenige dieser Stoffe gelegentlich als fremde Körper in der Atmosphäre existiren, sondern daß andere jener Stoffe nicht stets durch die letztere verbreitet sind, und zwar in solcher Menge, daß sie mit dem organischen

Leben unverträglich wären. So können die eigenthümliche Einrichtung der Atmosphäre und die Bewahrung ihrer Reinheit gegen alle diese verunreinigenden Einflüsse als die schlagendsten Beweise für die Güte, Weisheit und Allmacht Gottes betrachtet werden: für die Güte, sofern er ein solches wirkliches Gut wollte, für die Weisheit, sofern er es erdachte, und für die Allmacht, sofern er es schuf und noch immer erhält.

Sechstes Kapitel.

Von der Anpaſsung organiſirter Weſen an das Clima, — eine allgemeine Ueberſicht der Vertheilung der Pflanzen und Thiere auf der Erde; ſowie von der gegenwärtigen Stellung und den künftigen Ausſichten des Menſchen.

Bei der allgemeinen Betrachtung des Climas und seiner Beziehung zur Organisation im vorhergehenden Kapitel haben wir einerseits gesehen, wie durch eine Reihe wundervoller Mittel das Clima oder die Temperatur des größeren Theiles der Erdoberfläche so ausgeglichen worden ist, daß organisches Leben in demselben bestehen kann. Andererseits werden wir finden, wie durch eine andere Reihe nicht weniger wundervoller Mittel das organische Leben so vermannigfaltigt und ausgebreitet wurde, daß es alle durch Boden und Clima möglichen Verschiedenheiten darstellt. Daher bietet uns die ganze Anordnung zusammengenommen so außerordentliche Beispiele von gegenseitiger Anpassung ihrer verschiedenen Bestandtheile dar, daß jene sich blos durch die Voraussetzung, es seien verschiedene Theile eben desselben großartigen Planes, erklären lassen; während die gränzen-

lose Mannigfaltigkeit, wo ja Alles anders sein könnte, als ein ebenso klares Zeugniß für die Güte und Macht des Urhebers jenes Planes betrachtet werden muß.

Nächst dem Klima ist das, wobei organisirte Wesen am unmittelbarsten betheiligt sind, der Boden; ein Gegenstand, den wir bereits andeuteten, welcher aber etwas näher zu erläutern sein wird, ehe wir weiter gehen.

Der Boden ist diejenige Sammlung mehr oder minder in einem Zustande der Pulverung befindlichen Stoffe, welche unmittelbar die ganze Erdoberfläche bedeckend ihre kleineren Ungleichheiten ausfüllt und ihre Unebenheiten abrundet. Auf dieser Schichte zerriebener mineralischer Substanzen und organischer Ueberbleibsel beruht das Dasein aller Pflanzen und Thiere, wenigstens aller Landthiere; und wenn es je eine Zeit gab, wo die diese Erdkugel bildenden Stoffe in feste Massen gesammelt waren, so ist es klar, daß ein solcher Zustand der Dinge die größere Zahl der Pflanzen und Thiere ausgeschlossen haben muß, sogar wenn sonst Alles eben so war, wie jetzt.

Die Bildung des Bodens war offenbar ein Werk der Zeit und das Ergebniß der allmähligen Zerreibung der die Erdkruste bildenden festen Stoffe. Wahrscheinlich war sie immer im Fortschreiten begriffen und ist es noch. Außer dieser allmähligen Zerreibung scheinen die härteren Stoffe unserer Erdkugel während der oben erwähnten periodischen Umwälzungen viele Veränderungen erlitten zu haben. Auch wurden durch dieselben Umwälzungen augenscheinlich die verschiedenen gepulverten Stoffe vermischt und zerstreut und endlich auf der Oberfläche der ganzen Erde niedergelegt, so daß sie die gränzenlose Mannigfaltigkeit, welche überall herrscht, erzeugten.

Die bisherigen Bemerkungen führen ganz natürlich auf den Schluß, daß der Charakter des Bodens im Allgemeinen mit dem der Felsen, welche die Erdkruste bilden, übereinstimmen wird, und dieser Schluß ist richtig. Die gewöhnlichsten Bestandtheile der Felsen sind Kiesel, Alaun, Kalk, Magnesia und Eisen, und diese Mineralstoffe bilden wirklich die größere Masse jedes Bodens. Die übrigen Stoffe bestehen mehr oder minder aus

verschiedenen anderen Erd- und Salzgrundstoffen, so wie aus Pflanzen- oder Thierüberresten. Nach diesen allgemeinen Bemerkungen über den Boden kommen wir zu dem eigentlichen Gegenstande dieses Kapitels, welches wir in folgende drei Abschnitte theilen wollen: — Von der Vertheilung der Pflanzen auf der Erde; — Von der Vertheilung der Thiere auf der Erde; und — Von der gegenwärtigen Stellung und den künftigen Aussichten des Menschen.

Erster Abschnitt.

Von der Vertheilung der Pflanzen auf der Erde.

Aus dem Gesagten ist leicht zu ersehen, daß Boden und Klima die zwei großen und unmittelbaren Ursachen sind, welche auf das Pflanzen- und Thierleben am meisten Einfluß haben. Wir werden daher zuerst sprechen

1. Von den Verschiedenheiten der Pflanzenwelt in demselben Klima, sofern sie vom Boden und von anderen untergeordneteren Lokalverhältnissen abhängen. — Auch der Unachtsamste muß bei der Reise durch ein Land die Verschiedenheit der Pflanzenwelt in verschiedenen Theilen desselben und die Wirkung bemerken, welche diese Verschiedenheit auf die Sitten und die Gesundheit der Einwohner hervorbringt. So wächst in einigen Theilen Englands der Apfel und die Birne von selbst an jeder Baumhecke, während in andern Gegenden Apfel- und Birnbäume sogar durch die äusserste Sorgfalt nicht zum Blühen gebracht werden können. Einige Lagen sind der Eiche, andere der Buche, andere wiederum der Ulme günstig. Daher herrschen diese bekannten schönen Bäume in einigen Gegenden beinahe mit Ausschluß jedes andern vor und drücken hauptsächlich der Landschaft ihr eigenthümliches Gepräge auf.

Es gibt bekannte Beispiele von theilweisem Wechseln unter den größeren Pflanzen eines Landes, während der allgemeine Pflanzenwuchs beinahe derselbe bleibt. Zwischen solchem theilweisem Wechsel und der eigentlichen Heimath einer besonderen Vegetation findet man jede mögliche Schattirung. Viele dieser Verschiedenheiten der Pflanzenwelt hängen offenbar mit Verschiedenheiten des Bodens und der Lage zusammen. So kommen einige Pflanzen blos auf einem kalkigen Boden fort, wie einige von der Familie des Knabenkrauts in unserem brittischen Vaterlande, und das Teucrium montanum in der Schweiz. Andere, wie das Salzkraut und Glasschmalz, wachsen bloß auf salzigen Marschländern. Einige Pflanzen blühen im Meerwasser und einige in süßem, während wiederum für andere das Wasser wenigstens im Uebermaße so nachtheilig ist, daß sie nur auf nackten Felsen oder in dürren Steppen fortkommen. Gebirgige Lagen sind dem Wachsthum gewisser Pflanzen sehr günstig, während andere in Ebenen wuchern. Die größere Anzahl der Pflanzen zieht den Sonnenschein vor, einige dagegen sind im Schatten am kräftigsten, und andere können das Licht so wenig ertragen, daß sie blos in völliger Finsterniß gefunden werden. Außerdem gibt es Schmarotzerpflanzen, wie die Mistel, welche ihre Nahrung aus den Pflanzen ziehen, an die sie sich festhängen. Kurz, die Verschiedenheiten der Natur der Pflanzen sind zahllos. Auch bedarf es keiner Aufzählung derselben. Das bereits Bemerkte ist mehr als genug, um die wunderbaren Anordnungen zu zeigen, welche getroffen worden sind, um die Bekleidung eines jeden Theils der Erdoberfläche mit vegetabilischer Organisation zu sichern. Es gibt keinen, wenn auch noch so unfruchtbaren Boden, keinen, wenn auch aus Kieselsteinen bestehenden Felsen, der nicht seine angemessene Pflanze hätte, welche auf eine nicht weniger wunderbare Weise ihren Weg zu dem für sie geeigneten Fleck gefunden hat, ja, anderswohin gesetzt, zu Grunde gehen würde. Salzige Pflanzen z. B. wachsen nur da, wo Salzstoffe im Ueberflusse vorhanden sind; Moor- und Sumpfpflanzen blühen nur auf einem Moor- und Sumpfboden, und ebenso die der glühenden Wüste und des

wolkigen Gebirges jede nur an ihrem Orte. So scheint der Boden und, was auf ihm wächst, für einander gemacht zu sein, und dieß ist wiederum eine Ursache der erstaunlichen Mannigfaltigkeit in der Natur.

Weitere merkwürdige Abweichungen gibt es unter den Pflanzen verschiedener, von einander entfernter Länder, sogar da, wo Klima und Boden in jeder Beziehung gleich sind. Die Pflanzen des Caps der guten Hoffnung z. B. unterscheiden sich ausnehmend von denen des südlichen Europas, obgleich das Klima und großentheils auch der Boden ziemlich gleichartig sind. Oft haben auf demselben Festlande, ja auf demselben Bergrücken die Pflanzen der entgegengesetzten Seiten keine Aehnlichkeit mit einander. So geben in Nordamerika auf der östlichen Seite der Rocky Mountains Krappkräuter, Rosenhölzer, Magnolien, Heidelbeeren, Schwarzkräuter und Eichen der Landschaft ihren Hauptcharakter, während auf der westlichen des scheidenden Bergrückens diese Gattungen beinahe ganz verschwinden und für die Vegetation nicht mehr charakteristisch sind.

Im Allgemeinen sind die Pflanzen Amerikas von denen der alten Welt verschieden, ausgenommen gegen den Norden hin, wo, wie sich wegen der Annäherung der beiden Festländer erwarten läßt, viele beiden gemeinsam sind. Die Pflanzen auf Inseln und diejenigen, welche in abgesonderten Lagen wachsen, sind oft völlig besonderer Art. So unterscheiden sich die Pflanzen Neuhollands mit verhältnißmäßig nur wenigen Ausnahmen von denen der ganzen übrigen Welt, und von 61 einheimischen Arten auf der kleinen Insel St. Helena finden sich nur zwei oder drei in einem andern Theile der Erde. Diese Thatsachen sind aus keinem bekannten Grundsatze erklärbar und müssen die Aufmerksamkeit in einem mehr als gewöhnlichen Grade erregen, da sie sich nur auf den Willen des großen Schöpfers zurückführen lassen, welcher da, wo alles einförmig sein könnte, eine unübersehbare Mannigfaltigkeit angeordnet und dadurch seine Weisheit, Macht und Güte in ein helleres Licht gesetzt hat.

2. Von dem Einflusse des Klimas auf die Pflanzenwelt. — Auf das Klima eines Ortes haben, wie oben ge-

zeigt wurde, unabhängig von untergeordneteren Lokalverhältnissen, besonders die beiden folgenden Umstände Einfluß: — die Breite des Ortes, oder mit andern Worten, der allgemeine Theil Wärme und Licht, welchen derselbe von der Sonne empfängt; — und seine Erhabenheit über der Meeresfläche, wodurch die Sonnenwärme sich wenigstens eben so verschieden gestaltet, als durch die Breite; nur richtet sich hier die Verschiedenheit nach anderen Gesetzen, als diejenigen sind, welche blos auf der Breite beruhen, und zwar nach solchen, die in verschiedenen Breiten variiren.

Jedermann weiß, welcher Unterschied zwischen den Pflanzen warmer und kalter Länder, zwischen denjenigen, welche auf Ebenen, und denen, die auf Bergen wachsen, stattfindet. So besteht in den in der Nähe des Aequators liegenden Ländern die Vegetation aus dichten Wäldern blätteriger immergrüner Bäume, Palmen und baumähnlicher Farrnkräuter, zwischen welche schmarotzende Kräuter und Hartgräser gemischt sind. Es gibt hier keine grünenden Matten, wie solche die Hauptschönheit unseres nördlichen Klimas ausmachen, und die niederen Gattungen der Pflanzenwelt, z. B. die Moose, die Schwämme und Wasserfäden, sind sehr selten. Je mehr man sich vom Aequator entfernt, machen die oben erwähnten Pflanzen allmählig Bäumen mit abfallenden Blättern Platz; reiche, mit zarten Kräutern geschmückte Matten erscheinen; die schmarotzenden Orchispflanzen trifft man nicht mehr, und findet sie durch Arten mit fleischigen, in der Erde haftenden Wurzeln ersetzt. Moose bekleiden die Rümpfe alter Bäume; abgestorbene Pflanzen sind mit schmarotzenden Schwämmen bedeckt, und die Gewässer haben Wasserfäden in Fülle. Gegen die Pole hin verschwinden die Bäume völlig; dicotyledonische Pflanzen von allen Arten werden verhältnißmäßig selten, und Gräser und kryptogamische Pflanzen treten hauptsächlich hervor.

Ziemlich ähnliche Veränderungen bemerkt man an der Pflanzenwelt in verschiedenen Höhen warmer Himmelsstriche. So haben am Fuße des berühmten Pic von Teneriffa die Pflanzen den ganzen eigenthümlichen Charakter der afrikanischen. Hier wachsen die

saftige Wolfsmilch, die Mittagsblume, das Drachenholz u.s.w., sowie die Dattelpalme, der Pisang, das Zuckerrohr, und die indische Feige. Ein wenig höher findet man den Olivenbaum, die Fruchtbäume Europa's, den Weinstock und Waizen. Hierauf folgt die Waldgegend der Gebirge, wo die zahlreichen Quellen den Boden stets grünend erhalten. Dort sieht man eine Menge immergrüner Pflanzen, z. B. verschiedene Arten des Lorbeers, eine von der Eiche, zwei vom Eisenbaume, eine Bärentraube, und mehrere andere. Weiter oben kommt das Fichtengebiet, charakterisirt durch einen großen Wald von Bäumen, welche der schottischen Föhre gleichen und mit Wachholder untermischt sind. Dann folgt ein Strich, der sich durch seinen Ueberfluß an einer Art Ginster auszeichnet. Endlich schließt sich die Scenerie mit Braunwurz, Veilchen, einigen wenigen Gräsern und mit cryptogamischen Pflanzen.

Die Verhältnisse, in welchen gewisse Pflanzengruppen zu einander stehen, sind unter verschiedenen Breiten ausnehmend verschieden. So macht in der Aequatorialzone, zwischen 10° nördlicher und 10° südlicher Breite die erste, aus Farrn- und Lebekräutern, Moosen und Schwämmen bestehende Gruppe auf den Ebenen nur $^1/_{15}$, auf den Bergen aber $^1/_5$ von der ganzen Anzahl der in dieser Zone vorhandenen Pflanzen aus. In den gemäßigten Zonen dagegen bildet die erste Pflanzengruppe wenigstens die Hälfte der ganzen Anzahl, und in der kalten besteht die ganze Vegetation aus Pflanzen dieser Gruppe. Besonders auffallend ist auch der Unterschied zwischen der Flora der alten und neuen Welt unter entsprechenden Breitegraden. Diese Verschiedenheiten sind unstreitig in sehr vielen Fällen auf jene unbekannten Ursachen zurückzuführen, auf welche wir oben hindeuteten. In andern dagegen hängen sie offenbar mit dem auf den beiden Festländern unter derselben Parallele herrschenden Temperaturunterschiede zusammen. Ehe wir weiter gehen, wollen wir noch etwas bei der Betrachtung dieser schönen Anordnungen verweilen.

Nur in Tropenländern, unter einer scheitelrechten Sonne

sehen wir die Pflanzenwelt in ihrer ganzen Pracht und Herrlichkeit. Hier ist die Gestalt, die Farbe und der Geruch der Pflanzen aufs vollkommenste entwickelt; und wo könnte dieß auch sonst der Fall sein? wo könnte sonst die majestätische Palme ihren Riesenstamm erheben und ihre gewaltigen Blätter ausbreiten? wo sonst könnten wir erwarten, immer grünende, blühende und fruchtbare Haine zu finden? Wo ein ewiger Sommer herrscht, ist alles dieß natürlich, und ihrer Blätter beraubte Wälder, welche die Hälfte des Jahres das Ansehen des Todes haben, würden zu einem solchen Klima durchaus nicht passen. In Ländern dagegen, welche von dem Aequator entfernt sind, und in denen während vieler Monate die Temperatur mehr oder weniger niedrig ist, könnte eine solche unaufhörlich thätige Vegetation nicht bestehen, noch würde sie dahin passen. Daher werden die Palme und viele der eigenthümlicheren Erzeugnisse der Tropenländer allmählig seltener, je mehr man sich vom Aequator entfernt, und endlich machen sie verwelklichen, d. h. solchen Pflanzen völlig Platz, welche das Vermögen haben, in der kälteren Jahreszeit zu überwintern oder zu schlafen, und nur während des wärmeren Theils des Jahres wachsen. Und hiemit haben wir eine andere jener bewunderswürdigen Vorkehrungen vor Augen, welche sich uns unwiderleglich als die Wirkung eines Zweckes kundthun. In Tropenländern, wo die Jahreszeiten gleichförmig sind, und wo von der Kälte nichts zu befürchten ist, sind die Blätterknospen der Pflanzen ohne Bedeckung, frei und zuversichtlich der Luft ausgesetzt. Aber in Himmelsstrichen, wo die Jahreszeiten wechseln, und wo das Wachsthum durch die Kälte zum Stillstande gebracht wird, bieten die Blätterknospen einen bemerklich verschiedenen Bau dar. Am Ende des Sommers oder im Herbste entfaltet, sind sie beinahe alle mit Hüllen versehen, in welche sie während ihrer Schlafzeit eingewickelt, gegen die Kälte und jeden Unfall geschützt sind.

Wendet man sich noch weiter nördlich oder südlich, wo der Winter strenger und anhaltender wird, so vermindern sich wieder die verwelklichen Pflanzen in Beziehung auf Anzahl und Größe, und, nachdem sie sich in einer Mannigfaltigkeit ver-

krüppelter Formen gezeigt haben, werden sie endlich beinahe ganz von sparsamen rauhen Gräsern und Lebekräutern verdrängt. Jedoch auch hier springt das Vorhandensein eines Zweckes deutlich in die Augen. Diese rauhen Erzeugnisse der Pole passen wegen der Einfachheit ihres Baus wunderbar zu dem Klima der Gegend, in welcher sie allein gedeihen und für die sie daher auch allein geschaffen worden sind.

Obgleich es aber im Allgemeinen wahr ist, daß Pflanzen nur in dem für sie eingerichteten Boden und Klima wachsen, so hat dennoch, wie absichtlich, um seine Macht an den Tag zu legen, der große Schöpfer der Natur einige auffallende Ausnahmen von dieser Regel gemacht. Alle organischen Wesen sind mehr oder minder mit dem Vermögen ausgerüstet, sich nach den Umständen zu bequemen. Die größere Anzahl der Pflanzen besitzt dieses Vermögen nur in geringerem Grade; bei einigen dagegen tritt es weit stärker hervor, und bei andern, welche eben die Ausnahmen bilden, die wir meinen, ist die Ausdehnung desselben beinahe unglaublich. Im Allgemeinen können diejenigen Pflanzen, welche die Erzeugnisse eigenthümlicher Bodenarten und äußerster Klimate sind, Veränderung am wenigsten ertragen, während das Bereich, in welchem die Erzeugnisse gewöhnlicher Bodenarten und gemäßigter Himmelsstriche fortkommen, ein weiteres ist. Hauptsächlich unter solchen Pflanzen kommen die Ausnahmen von jener Regel vor. So findet sich der Samolus Valerandi in der ganzen Welt, vom eisigen Norden bis zum heißen Süden, dort bei Birken und ähnlichen nördlichen Erscheinungen und hier bei Palmen und den charakteristischen Erzeugnissen der Tropenländer. Die Anzahl der Pflanzen jedoch, welche sich so nach allen Umständen und Klimaten bequemen können, ist beschränkt, während es deren, welche sich in Himmelsstrichen, die ihrem heimathlichen ähnlich sind, leicht einbürgern, viele gibt. Von dieser Art bieten sich in der That bei jedem Schritte Beispiele dar. Alle die rauhen Pflanzen unserer Gärten z. B. können gewissermaßen hieher gerechnet werden; denn, obgleich sie nicht von selbst in den Feldern wachsen, so blühen sie doch beinahe ohne Pflege

in unseren Gärten. Der Fichtenapfel hat sich allmählig östlich von Amerika durch Afrika bis in den indischen Archipelagus verbreitet, wo er jetzt so gewöhnlich ist, wie ein einheimisches Erzeugniß, und ebenso sind die Gewürze Indiens an der Küste Afrika's und auf den westindischen Inseln eingebürgert worden. Von dieser Eigenschaft ist ohne Zweifel in vielen Fällen das Vorhandensein derselben Pflanzen in verschiedenen Ländern abzuleiten. Denn obgleich die Flora verschiedener Länder im Allgemeinen verschieden ist, so gibt es doch beinahe überall einige Pflanzen, welche auch in andern Ländern gefunden werden. So sollen über 350 Arten Europa und Nordamerika gemein sein, und sogar unter den eigenthümlichen Erscheinungen der Flora Neuhollands hat Brown 166 europäische Arten entdeckt. Das Vorhandensein vieler solcher fremder Pflanzen darf unstreitig der Thätigkeit der Menschen und Thiere, den Strömungen im Ocean, den Winden und noch vielen andern natürlichen Ursachen zugeschrieben werden. Das Vorhandensein anderer dagegen scheint durch nichts erklärbar zu sein, als durch die Voraussetzung, daß sie an den Oertern, wo sie sich jetzt befinden, geschaffen worden sind.

Bisher haben wir die Pflanzen nur in Beziehung auf den Boden und das Klima, in welchen sie wachsen, betrachtet, und sind nicht in Einzelnheiten über alle die schönen Anordnungen, wodurch ihr Wachsthum bewerkstelligt worden ist, eingegangen. Die Betrachtung dieser Anordnungen gebührt dem Physiologen, dem Botaniker und dem Geologen, in deren Gebiet wir so wenig als möglich eingreifen wollen. Es gibt jedoch noch einen andern Gesichtspunkt, aus welchem uns unser Gegenstand die Vegetation zu betrachten veranlaßt, nämlich sofern sie das Mittelglied bildet, wodurch die lebendigen Geschöpfe mit der Erde zusammenhängen, oder mit andern Worten, sofern sie denselben die Mittel zu ihrem Unterhalte darreicht.

Der Umstand, welcher vielleicht mehr, als irgend ein anderer, unsere Aufmerksamkeit in Beziehung auf vegetabilische Erzeugnisse überhaupt fesseln muß, ist ihre ungeheure Fülle in jedem Sinne des Worts, mögen wir nun ihre Mannigfaltig-

keit, ihre Größe oder ihre Anzahl betrachten. So sind die in den Tropenklimaten wachsenden zahlreichen und mannigfaltigen Pflanzen gleich merkwürdig wegen ihres Umfangs, ihres üppigen Blätterwerks und der Fülle ihrer Wurzeln und Saamenkörner. Nehmen wir z. B. die Palmenfamilie. Man hat berechnet, daß es tausend Palmenarten gebe, und, obgleich die wirklich bekannte Anzahl keineswegs so groß ist, so scheinen doch neuere Entdeckungen die Schätzung nicht unwahrscheinlich zu machen. Bei vielen von dem Palmengeschlechte ist die Entwicklung der Form und die Menge der Blüthen und Früchte gleich außerordentlich. Unter andern wächst diejenige Art, welche die bekannten Kokosnüsse trägt, bis zu einer Höhe von 80 Fuß empor; jeder Baum blüht ein Jahrhundert lang, und während des größern Theils dieser Zeit bringt er jährlich wenigstens 100 jener großen Nüsse hervor. Allein die Kokosnußart ist noch eine der am wenigsten fruchtbaren der Palmenfamilie; denn jedes Büschel einer andern Species, der Sejepalme des Oronoko, trägt nicht weniger als 8000 Früchte, eine einzige Blumenscheide der Dattelpalme enthält 12,000 Blüthen, und in einer dritten Art, der Alfonsia Amygdalina, findet sich an jeder Blumenscheide die ungeheure Anzahl von 207,000 Blüthen, oder 600,000 an einem ganzen Exemplare!

Im höchsten Ueberflusse aber muß die Palmenfamilie der Banane oder dem Pisang, einem andern Erzeugnisse der Tropenländer, weichen. Die Frucht des Baumes hat oft einen Fuß im Umfange und 7 bis 8 Zoll in der Länge; sie wird in Büscheln hervorgebracht, welche gewöhnlich 160 bis 180 Früchte enthalten, und von 66 bis 88 Pfund (das Pfund zu 16 Unzen) dem gemeinen Gewichte nach wiegen. Daher wird, wie Humboldt bemerkt hat, der kleine Raum von 1000 Quadratfuß, auf welchem 30 bis 40 Bananenbäume wachsen können, nach einer sehr mäßigen Schätzung im Laufe eines Jahres 4000 Pfund Früchte liefern, ein 133 mal größerer Ertrag, als aus demselben Raume erhalten werden könnte, wenn er mit Waizen, und ein 44 mal größerer, als wenn er mit Kartoffeln angebaut wäre. Der Orangenbaum mag als ein weiteres Beispiel außerordent-

licher Fruchtbarkeit angeführt werden. Ein einziger solcher Baum auf St. Michael hat auf einmal 20,000 zum Einpacken taugliche Orangen getragen, mit Ausschluß der wenigstens auf ein Drittheil mehr sich belaufenden schadhaften und verdorbenen. Ein Beispiel für denselben Erfolg, obgleich von verschiedener Art, ist das Zuckerrohr, welches eine ungeheure Menge Zuckerstoff in der reinsten Gestalt liefert, während verschiedene Wurzeln, wie die der Cycas Jatropa und viele andere, einen ebenso großen Ueberfluß an mehligen Stoffen enthalten.

Zieht man sich vom Aequator in die Gegenden der überwinternden Pflanzen zurück, so findet man hier die Vegetation weit weniger großartig, obgleich in den gemäßigten Klimaten und sogar da, wo man völlige Unfruchtbarkeit zu finden erwarten könnte, die Größe gewissermaßen durch die Zahl ersetzt wird. So haben wir statt des einzigen ungeheuren Busches der Palme die zahlreichen vereinigten Büschel unserer verwelklichen Bäume, und anstatt der riesenhaften einzelnen Gräser der heißen Zone die kleineren, aber in Masse beisammenstehenden Arten. Einige der letzten, z. B. die Cerealien oder Korngattungen mit ihren Myriaden von Saamenkörnern, gewähren uns einen unerschöpflichen Ueberfluß mehliger Nahrung, während andere, z. B. die eigentlich sogenannten Gräser, unsere Wiesen sogar bis zu äußersten Breiten mit Grün bekleiden und eben so fruchtbar an rein krautartigem Stoffe sind. In den wärmeren Theilen der gemäßigten Zone liefern die Olive und die Rebe die Oel- und Zuckerstoffe in einer andern, aber nicht weniger nützlichen Gestalt, als das Oel und der Zucker der Tropenländer; während in den kälteren Theilen verschiedene Getreidearten und rauhe Früchte eine große Menge derselben schätzbaren Artikel, obgleich in einer noch mehr veränderten Gestalt, darbieten.

In der bisherigen Skizze haben wir absichtlich von dem Dasein der Thiere abgesehen, wodurch wir nun auf die Frage kommen: Wozu dient diese erstaunliche Menge überflüssigen Stoffes auf der ganzen Erde? Die Anpassung der Pflanzen an die Klimate, in welchen sie sich befinden, ist offenbar das Werk eines vernünftigen Schöpfers. Aber kann diese scheinbare Ver-

schwendung der Stoffe mit der Sorgfalt und Weisheit dieses Wesens vereinigt werden? Gewiß, das blose Dasein einer Pflanzenwelt erforderte keine solche Freigebigkeit. Es wäre z. B. nicht nöthig gewesen, daß die Saamenkörner in umfangreiche Früchte eingehüllt, noch daß sie myriadenweise hervorgebracht wurden; und all dieses Blätterwerk, all diese Blüthen und Wurzeln in solch erstaunlichem Ueberfluße, wozu dienen sie, warum sind sie so geschaffen worden? Betrachten wir die Pflanzenwelt als etwas blos an das Klima Angepaßtes und nur wegen seiner selbst Vorhandenes, so gibt es auf diese Frage schwerlich eine vernünftige Antwort. Fassen wir aber zugleich das Dasein der Thiere ins Auge und sehen jenen Ueberfluß als das Mittel an, wodurch das thierische Leben hauptsächlich erhalten wird, so verschwindet jede Schwierigkeit, und der glänzende Plan der ganzen wundervollen Einrichtung wird uns auf einmal deutlich. So kommen wir auf die Betrachtung des Thierlebens.

Zweiter Abschnitt.

Von der Vertheilung der Thiere auf der Erde.

Die Thiere sind so eingerichtet, daß Speise ihnen unumgänglich nothwendig ist; sie können daher nur da existiren, wo jene ihnen von der Natur dargeboten wird. Zu Lande, wenigstens in den warmen und gemäßigten Klimaten, bezieht bei weitem der größte Theil der Thiere seinen Unterhalt mittelbar oder unmittelbar aus dem Pflanzenreiche. Denn die fleischfressenden Thiere machen auf pflanzenfressende weit mehr Jagd, als auf andere, und sind so mittelbar von der Pflanzenwelt abhängig. Von den Sitten der im Meere lebenden und dadurch unserer Beobachtung entzogenen Thiere wissen wir weniger; im Allgemeinen aber scheinen sie sich selbst aufzufressen, indem das stärkere, wie gewöhnlich, das schwächere verschlingt.

Wir haben die wunderbare unter den Pflanzen in verschiedenen Lagen und Klimaten herrschende Mannigfaltigkeit betrachtet; aber es kann in Wahrheit gesagt werden, daß die Verschieden-

heit unter den Thieren nicht weniger groß und sogar noch außer-
ordentlicher ist. So hat in jedem Klima und Boden beinahe
jedes Kraut seinen Inwohner, irgend ein kleines Wesen, das auf
derselben Pflanze sein ephemerisches Leben beginnt und endigt, und
für welches daher diese seine Welt ist. Ja gewöhnlich haben so-
gar verschiedene Theile der nämlichen Pflanze jeder seine beson-
deren Bewohner, indem der eine von ihrer Frucht lebt, ein
anderer von ihren Blüthen, ein dritter von ihren Blättern und
vielleicht ein vierter von ihrem holzigen Kerne. Diese beinahe
unendliche Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit beschränkt sich
hauptsächlich auf die kleineren Thiere oder Insekten. Je mehr die
Thiere an Größe zunehmen, desto mehr vermindert sich die Zahl
der Arten sowohl, als der Individuen. So kann man, während
es Hunderte von Arten der Käfergattung gibt und die Indivi-
duen unzählig sind, nur Eine Elephantenart rechnen, und wäh-
rend die Krappen so zahllos sind, wie der Sand am Meer,
gibt es ebenfalls nur eine einzige Art Wallfisch. Dieser auffal-
lende Unterschied in Beziehung auf die Anzahl ist als das noth-
wendige Ergebniß eines Naturgesetzes angesehen worden, und in
gewisser Beziehung ist eine solche Erklärung sehr einleuchtend,
aber in einer andern stellt sich uns darin ein bewunderns-wür-
diges Zeugniß für das Vorhandensein eines Zweckes dar. Es ist
wahr, daß Millionen von Elephanten nicht bestehen könnten,
wenn aus keinem andern Grunde, schon aus Mangel an Nah-
rung; aber warum sollte es Millionen von Käfern geben? wa-
rum sollten diese kleinen Geschöpfe — deren Leben so flüchtig
ist, daß es aus wenig mehr, als aus Geborenwerden und
Sterben besteht, deren Bau so zerbrechlich ist, daß er durch
den kleinsten Zufall vernichtet werden kann, welche überall
von allen Arten von Feinden, von denen sie vielen zu einem
natürlichen Futter dienen, umgeben sind; — warum, fragen
wir, sollten diese bedeutungslosen Thiere trotz aller dieser Hin-
dernisse und Gefahren in so ungeheurer Anzahl existiren? Ge-
wiß, kein Naturgesetz wird das Vorhandensein ihrer Menge
erklären. Die Schwierigkeit erfordert eine andere Lösung, und
die einzige, welche gegeben werden kann, ist die, daß es von

dem großen Schöpfer der Natur so bezweckt wurde. Und wie hat er seine Absicht ausgeführt, diese kleinen Thiere bis zu einem solchen Grade zu vervielfältigen? Die Antwort ist einfach: durch die Vermehrung ihrer Fruchtbarkeit. Würden die Käfer, wie die Elephanten, nur Ein Junges auf einmal zur Welt bringen, so wäre ihr Geschlecht schon lange ausgerottet; aber da sie zu Tausenden hervorgebracht werden, so gelingt es stets einigen der zahlreichen Nachkömmlinge, zu entwischen, und dadurch wird die Gattung fortgepflanzt.

Wir wollen uns jedoch nicht weiter über die Anordnungen verbreiten, welche zu Gunsten des Lebens und der Erhaltung der Thiere [illegible]offen worden sind, sondern zur Betrachtung ihrer Verthei[illegible] fortschreiten.

Die Vertheilung der Thiere auf der Erde kann schicklicherweise unter denselben Abschnitten wie die Vertheilung der Pflanzen behandelt werden, und so sprechen wir

1) Von den Verschiedenheiten zwischen Thieren, welche in ähnlichen Lagen in verschiedenen Theilen der Welt leben. — Der Aufenthalt der Thiere im Wasser ist vielleicht unter ihren verschiedenen Wohnörtern der merkwürdigste. Da nun die Vertheilung der Temperatur in der See eine ganz andere ist, als die auf dem Lande, und da die meisten Wasserthiere sich unter einander selbst auffressen, und folglich gewissermaßen von dem Klima unabhängig sind, so ist die Vertheilung solcher Thiere auf der Erde wesentlich anderen Gesetzen unterworfen, als diejenigen sind, welche die Vertheilung der Landthiere beherrschen. Jene Vertheilung der Temperatur hat besonders in hohen Breiten auf die der Thiere Einfluß und muß gleich bei dem Anfange dieses Theils unserer Untersuchung in Anschlag genommen werden. Wir werden daher die Vertheilung der Land- und der Seethiere genau von einander getrennt darstellen.

Die Vertheilung der Landthiere gleicht bis zu einem gewissen Grade der der Pflanzen; denn obgleich jene durch das Vermögen der Selbstbewegung sich von diesen unterscheiden, so sind sie doch, da die meisten von ihnen in Beziehung auf ihren Unterhalt von

Pflanzen abhängen, nothwendig auf diejenigen Oerter beschränkt, wo die für sie passende Nahrung sich ihnen darbietet. Diese Beschränkung ihres Bereichs ist bei den kleineren Thieren am bemerkbarsten, und besonders das Vorhandensein vieler Arten von Insekten steht in engem Zusammenhange mit dem gewisser Pflanzen. Jedoch gibt es von jeder Thiergattung Arten, welche sehr verschiedene Oerter einnehmen. So halten sich von derselben Gattung einige Arten auf den Bergen, andere in den Ebenen auf; einige sind am zahlreichsten an der Seeküste, andere leben auf Bäumen, während andere wiederum sich in den Böden eingraben. Auf alle diese Verschiedenheiten in Beziehung auf den Wohnplatz hat wahrscheinlich, wie auf viele andere, der höhere oder geringere Grad Einfluß, in welchem der Ort die Mittel zum Unterhalte gewährt. Aber bei vielen Thieren findet auch eine bewunderns-würdige Anpassung ihres Baus an ihren Wohnplatz Statt, wodurch außer Zweifel gesetzt wird, daß die Vertheilung der Thiere die Folge eines Plans ist, und daß dieselben nur einen Theil des großen ebenmäßigen Ganzen der Schöpfung ausmachen.

Bei Thieren, welche im Wasser sich aufhalten, sind ebenso eigenthümliche Gewohnheiten bemerkbar wie bei denjenigen, welche auf dem Lande leben. So ist erwiesen, daß viele Thiere nur in salzigem, andere dagegen nur in süßem Wasser leben können; einige ziehen die tiefe und offene See vor, andere trifft man nur in seichtem Wasser oder in den Mündungen der Flüsse. Von denjenigen, welche in Haufen an der Küste umherziehen, scheuen sich einige vor dem trüben Wasser, andere aber begraben sich im Schlamme. Kurz, obgleich die Eigenthümlichkeiten und Gewohnheiten der Wasserthiere weniger genügend ausgemittelt werden können, so hat man doch allen Grund zu glauben, daß sie wenigstens eben so wunderbar sind, wie die der Landthiere.

Wie unter den Pflanzen, so herrscht auch unter den Thieren bei ähnlichen Oertern und Klimaten in verschiedenen Theilen der Welt ein auffallender Unterschied. So sind in der alten Welt, obgleich die entsprechenden Klimate im Norden und Süden des Aequators viele Gattungen gemein haben, doch die Arten hier und dort völlig verschieden. Z. B. die nördliche Erdkugel besitzt das

Pferd und den Esel, während auf der südlichen diese Arten durch das Zebra und Quagga dargestellt werden. Auf der südlichen Halbkugel gibt es auch viele völlig eigenthümliche Arten, wie die Giraffe, den Capbüffel, und eine Mannigfaltigkeit von Thieren aus dem Antilopengeschlechte. So sind die Thiere der alten und die der neuen Welt im Allgemeinen völlig verschieden, außer vielleicht gegen den Norden hin, wo die zwei Festländer sich einander nähern, und es daher einige beiden gemeinschaftliche Arten gibt. So findet man den Elephanten, das Rhinoceros, das Flußpferd, die Giraffe, das Kameel, den Dromedar, das Pferd und den Esel, so wie auch den Löwen und den Tiger und verschiedene Arten von Affen, Pavianen und andere Thiere, welche in der alten Welt zu Hause sind, in Amerika nicht. Auf der andern Seite sind die amerikanischen Arten, das Lama und der Peccari, und unter den fleischfressenden Thieren der Jaguar oder amerikanische Tiger, so wie auch das Ferkelkaninchen, das Faulthier und andere in der alten Welt unbekannt. Wiederum unterscheiden sich die Thiere Neuhollands wie dessen Pflanzenwelt nicht blos von allen denen unseres Festlandes, sondern von denen der ganzen übrigen Welt überhaupt. In Neuholland gibt es mehr als 40 Arten von Beutelthieren, wovon das Känguru das uns bekannteste ist, während es sonst kaum ein bekanntes Beispiel von einem mit einem Beutel versehenen Thiere gibt. Auch beschränken sich diese Verschiedenheiten nicht auf die vollkommeneren Thierarten, sie werden sogar noch auffallender, je mehr man auf der zoologischen Stufenleiter herabsteigt. So sind unter den Vögeln die besonderen Arten der Papagayfamilie, welche sich in Amerika finden, von denen Afrikas völlig verschieden, und die Asiens unterscheiden sich wiederum von beiden. Die winzige und schöne Familie der Colibris ist Amerika eigen; während die des gemeinen Birkhuhns unseres Landes in keinem anderen Theile der bekannten Welt angetroffen wird.

Aus der Klasse der kriechenden Thiere mag die Eidechsenfamilie angeführt werden. So ist das Krokodil des Nils von dem Kaiman Amerikas und sogar von dem Gavial des

Ganges völlig verschieden. Auch unter den Schlangen unterscheidet sich die indische Boa von dem nahe verwandten amerikanischen Python, und unter den giftigen ist die Klapperschlange in Amerika, die Hornschlange in Afrika und die Brillenschlange in Asien zu Hause.

Wie bereits bemerkt wurde, sind die Verschiedenheiten unter den Insekten noch zahlreicher und merkwürdiger, als die unter den größeren Thieren. Wollten wir in Einzelnheiten eingehen, so würden wir nicht zu Ende kommen; daher führen wir nur eine der bekanntesten und am weitesten verbreiteten Arten der ganzen Insektenklasse an, nämlich unsere gemeine Biene. Dieses Insekt existirte weder in Amerika noch in Neuholland, obgleich es sich in allen Theilen der alten Welt findet, indem das Wachs und der Honig Europas, Asiens und Afrikas von Arten gewonnen wird, welche in sehr naher Verwandtschaft mit einander stehen.

Auch beschränken sich diese Verschiedenheiten nicht auf die Landthiere, sondern dehnen sich nicht minder auf die Bewohner der Gewässer aus. So ist der Wallfisch des nördlichen Oceans ein ganz anderer als der des südlichen; und ebenso verhält es sich mit den Seekälbern und anderen ähnlichen Thieren in den Polargegenden. Auch sind verschiedene Meere, und zwar nicht blos, wenn sie weit von einander entfernt sind, sondern sogar einige, welche in freier Verbindung mit einander stehen, in ihren Erzeugnissen einander oft ausnehmend unähnlich. So sollen die Fische des arabischen Meerbusens von denen des Mittelmeers, trotz der Nähe dieser Meere, völlig verschieden sein. Auch ist diese Bemerkung nicht blos auf die größeren Fische derselben anwendbar, sondern bezieht sich eben so sehr auf ihre Schal- und Mantelthierarten.

Dies sind einige der hervorstechenderen Thatsachen in Betreff der Vertheilung der Thiere in ähnlichen Klimaten und Oertern in der ganzen Welt. Wir sprechen jetzt in Kürze

2) Von den Einwirkungen der Verschiedenheit des Klimas auf die Vertheilung der Thiere. — In den Tropenklimaten sind die Eigenschaften der Thiere

sowohl als der Pflanzen aufs vollkommenste entwickelt, woraus jene harmonische Aneinanderpassung aller Werke der Natur sich ergibt, welche zwar in allen Klimaten, besonders deutlich aber in den tropischen in die Augen springt. Denn wo sonst, als mitten in der üppigen Fülle der Pflanzenwelt innerhalb der Wendekreise, könnte der Elephant, das Rhinoceros, die Giraffe und andere große vierfüßige Thiere ihren Unterhalt finden? wo sonst könnten wir solche Vögel, wie den Strauß und den Casuar, solche kriechende Thiere, wie das Krokodil, solche Schlangen, wie die Boa, zu finden erwarten? zu welchem anderen Theile der Welt würden die prächtigen Schmetterlinge, die ungeheuren Käfer und Spinnen so passen? Auch unter den Seethieren der Tropenklimate zeigt sich dieselbe wunderbare Ausdehnung des Umfangs. So erreichen gewisse Arten der Krabbe und des Hummers, so wie verschiedene Schalthiere, oft eine ungeheure Größe. Auch sieht man hier nicht blos die Größe, sondern auch jede andere Eigenschaft in gleichem Grade entwickelt.

Länder innerhalb der Wendekreise bieten die schönsten Formen, die glänzendsten Farben in der Natur dar. Kurz, es findet sich hier die bewundernswürdigste Entfaltung all der Dinge, welche völlig des Schmuckes halber vorhanden zu sein scheinen, wie z. B. das einzige Gefieder der Paradiesvögel, der prachtvolle Schmuck vieler aus der Papagayfamilie, der außerordentlichen und mannigfaltigen Formen und Farben mancher Insekten und Schalthiere.

Auch zeigt sich in den Tropenklimaten nicht blos eine Vereinigung des ganzen Gefolges der Fruchtbarkeit, Nützlichkeit und Schönheit jeder Art; in diesen Himmelsstrichen tritt noch ein anderer und nicht weniger schlagender Beweis für die Macht und Weisheit des großen Schöpfers hervor. Innerhalb der Wendekreise nämlich nimmt auch der Tod, diese letzte unabwendbare Scene, einen eben so eigenthümlichen und mannigfaltigen Charakter an, wie der des Lebens ist, dem er ein Ende macht. Hier rast die unversöhnliche Wuth des Tigers und der andern größeren Raubthiere; hier sind die Zähne der Schlange mit dem

tödtlichsten Gifte angefüllt; hier sind sogar die Insekten eben so furchtbar als zahlreich. Und diese Größe der Zerstörungskraft ist weder unpassend noch zwecklos, sondern sie steht offenbar in vollkommener Harmonie mit der übrigen Schöpfung und mit dem Plane des Schöpfers. Die ausnehmende Fruchtbarkeit vieler Thiere in den Tropenländern macht es unumgänglich nothwendig, ihrer übermäßigen Vermehrung gewisse Schranken zu setzen, und indem der große Schöpfer der Natur diese wirklich aufrichtete, hat er dieselben Eigenschaften an den Tag gelegt, welche in allen seinen übrigen Werken sich zeigen. Niemand, der ernstlich darüber nachdenkt, kann die Weisheit oder Güte jener Vorkehrung bezweifeln. Warum sind die Tiger und Schlangen auf diese Theile der Welt beschränkt, wo ihr Vorhandensein nicht blos passend, sondern wenigstens zu Einem großen Zwecke sogar nothwendig ist? Sicher kann diese Beschränkung nur von einem Plane herrühren, und der Beweis wird verhundertfältigt, wenn wir die auffallenden Merkmale von Weisheit und Macht betrachten, die sich in der eigenthümlichen Anpassung des Baus dieser Thiere zu ihrer besonderen Lebensart an den Tag legen. Wie wunderbar ist der Tiger gestaltet, wie außerordentlich muß die Organisation der Schlangen sein! wer sollte glauben, daß der Thierkörper im Stande wäre, aus seinen Säften ein Gift abzusondern und ohne Gefahr bei sich zu behalten, welches nicht blos an anderen Thieren, sondern auch an ihm selbst sich augenblicklich tödtlich erwiese, wenn es wiederum mit den Säften vermischt würde, aus welchen es abgesondert worden ist!

Und nicht weniger augenscheinlich ist bei allem diesem die Güte Gottes, als seine Weisheit. Alles muß nun einmal sterben, und der Tod durch Raub- und Giftthiere ist wahrscheinlich keineswegs schrecklicher, als viele andere Todesarten, welche beständig um uns her statt finden. Allerdings hat der Gedanke, von einem Tiger in Stücke zerrissen zu werden oder von einer Klapperschlange einen tödtlichen Biß zu erhalten, für unsere Selbstsucht etwas Fürchterliches; aber wie viele Tausende von Mäuschen werden jeden Tag von Katzen aufgefressen, und wie viele Myriaden unglücklicher Mücken von Spinnen vergiftet!

und doch bedauern wir sie kaum. Der Unterschied ist aber nur ein Unterschied des Grads, und betrachten wir das Dasein und die Zerstörung der Thiere, wie sie betrachtet werden müssen, nämlich im Großen, so finden wir, daß das Ganze in vollkommenem Einklange steht. Während wir in gemäßigteren Himmelsstrichen als Schranken gegen übermäßige Fruchtbarkeit Katzen und Spinnen haben, wird in der großartigen und üppigen Natur der Tropenländer dieselbe weise Absicht durch den Tiger und die Klapperschlange erreicht.

Je mehr man sich vom Aequator aus nach den gemäßigten Klimaten wendet, desto mehr nimmt im Allgemeinen die Größe der Thiere wie die der Pflanzen ab. Auch finden sich die Thiere dieser Himmelsstriche, wie die Pflanzen, mehr in Haufen beisammen, als innerhalb der Wendekreise. Auf diese Weise wird hier wiederum, wie in der Pflanzenwelt, die Größe gewissermaßen durch die Zahl ersetzt, und jene beiden Reiche der Natur stehen im schönsten Einklange mit einander; denn die in Masse beisammen stehenden Gräser, welche in der Pflanzenwelt der gemäßigten Klimate ein so hervorstechendes Merkmal bilden, machen in einer oder der andern Gestalt das hauptsächlichste Futter der in Heerden beisammen lebenden Thierfamilien aus. So ist das Rind, das Schaaf, die Ziege, die verschiedenen Arten von Rothwild, das Kaninchen und der Hase, so wie das Pferd und der Esel nebst einer Menge anderer dergleichen Thiere hauptsächlich in gemäßigten Klimaten einheimisch, und sie erhalten ihre Nahrung beinahe ganz von den Gräsern. Unter den Vögeln kann von den zahlreichen Arten des Geflügelgeschlechts gesagt werden, daß sie ihre Nahrung aus derselben Quelle beziehen. In Betreff des Lebens der Thiere ist daher das Grasgeschlecht unter den Pflanzen vielleicht wichtiger, als irgend ein anderes, und könnte ohne die Zerstörung der gegenwärtigen Ordnung der lebendigen Geschöpfe nicht vernichtet werden.

Als weiteres Beispiel für Thierarten, welche in gemäßigten Klimaten einheimisch sind, können die Hunde und die mit ihnen verwandten Thiere, von welchen die meisten mehr oder minder fleischfressend sind, so wie das Schwein und viele andere

Thierarten, welche hier keiner Aufzählung bedürfen, angeführt werden. Das Schweingeschlecht verschlingt bekanntlich Alles; aber im Naturzustande nährt es sich hauptsächlich von den Saamenkörnern und Wurzeln der Pflanzen. Unter den Vögeln, welche den gemäßigten Klimaten eigen sind, gibt es verschiedene Gattungen von Wassergeflügel, welches von Fischen und Insekten lebt. Von den kleineren Landvögeln bieten die verschiedenen Singvögel einen merkwürdigen Contrast gegen die ähnlich gestalteten innerhalb der Wendekreise dar, nicht blos wegen ihrer melodischen Töne, sondern auch wegen der einfachen Färbung ihrer Federn. In gemäßigten Klimaten sind die Insekten ausnehmend zahlreich und mannigfaltig, obgleich sie im Allgemeinen gleich den übrigen Thieren weit kleiner sind, als die in den Tropenländern; auch sind ihre Gestalten, Farben und andern Eigenthümlichkeiten weit weniger auffallend.

Nähern wir uns den Polen, so nehmen die Thiere der gemäßigten Klimate allmählig an Anzahl ab. Die pflanzenfressenden schwinden in wenige rauhe Arten zusammen, und endlich im fernen Norden und Süden bleiben kaum noch solche übrig. So weit noch strauchartige Pflanzen in diesen unwirthlichen Gegenden wachsen, finden Eichhörnchen an den Wurzeln und Saamenkörnern derselben ihre Nahrung. Aber das merkwürdigste grasfressende Thier ist das Rennthier, dessen Hauptnahrung die Natur in einer sehr kalten Klimaten eigenen Moosart darbietet. Diejenigen Thiere, welche über diese Gegenden hinaus noch existiren, sind fleisch- oder fischfressend. Der nördliche Fuchs und der Bär schließen die zoologische Reihe, sofern man diese in ihrem Zusammenhange mit dem Einflusse des Klimas betrachtet.

Schließlich haben wir noch das Wichtigste an der Vertheilung der Wasserthiere hervorzuheben. Aus oben angegebenen Gründen unterscheidet sich die allgemeine Temperatur des Oceans von der des Landes beträchtlich. Wegen dieser Verschiedenheit der Temperatur und der besonderen Nahrungsmittel der Wasserthiere, welche sie hauptsächlich aus den Gewässern ziehen, die sie bewohnen, ist die Vertheilung dieser Thiere in Vergleich mit

der völliger Landthiere besonders in der kalten Zone eine sehr verschiedene. Zwar hat in allen Himmelsstrichen auf die Bewohner gewisser Oerter, z. B. in süßem Wasser lebende und solche Arten, welche sich an den seichten Stellen der Küste aufhalten, das Klima beinahe einen eben so großen Einfluß, als auf die Landthiere, und innerhalb der Wendekreise dehnt sich dieser Einfluß gewissermaßen auch auf diejenigen aus, welche die hohe See bewohnen. Aber im fernen Norden und Süden werden solche Arten auf eine ganz andere Art influenzirt. So durchstreifen das größte der bekannten Thiere, der Wallfisch, und folglich auch die anderen Thiere, welche seine Beute werden, die äußersten Polarmeere, wo zu Lande der Kältegrad das Leben jedes Thieres unmöglich machen würde. Der Wallfisch aber ist blos in Folge der oben erklärten größeren Wärme des Polaroceans im Stande, in einem so kalten Klima zu leben. Unter den größeren Bewohnern des Oceans in Tropenklimaten mag das Geschlecht der Haifische angeführt werden, welche in Beziehung auf Wildheit und Gefräßigkeit mit dem Tiger oder einer ähnlichen Landart zusammengestellt werden können. Der Einfluß des Klimas auf die Seethiere erhellt ferner aus dem ungeheuren Umfange vieler unter den Schalthieren und Mollusken. Die Farbe dieser und anderer Erzeugnisse der Aequatorialmeere bietet oft eine solche Pracht und Schönheit dar, daß sie mit den glänzendsten der gefiederten Classen wetteifern können. In gemäßigten Klimaten und unter der entsprechenden Temperatur der See, sogar auch in der kalten Zone, ist es bemerkenswerth, daß die Fische gleich den Landthieren mehr heerdenweise beisammenleben. Die Schaaren der Häringe, der Makrelen und anderer unsere Küsten besuchenden Fische sind bekannte Beispiele hiefür. Der Salm und der Stör mögen als Beispiele solcher Fische angeführt werden, welche hauptsächlich die Flüsse der gemäßigten und kälteren Länder bewohnen; während in denselben Klimaten statt der prächtigen Perlenauster der Tropenländer unsere so kleine und unscheinbare, aber den Menschen so nützliche Auster zu Hause ist.

Wir haben somit gesehen, daß die Thiere wie die Pflanzen im

Allgemeinen für besondere Klimate eingerichtet sind. Die zahlreichen kaltblütigen Thiere der Tropenländer, sogar der warmblütige Tiger selbst würden in der Mitte des Polarschnees sogleich zu Grunde gehen. Eben so wenig könnte der nördliche Bär unter den versengenden Strahlen einer scheitelrechten Sonne leben. Obgleich jedoch die Einrichtung für ein Klima das allgemeine Gesetz in Beziehung auf Thiere sowohl als Pflanzen ist, so haben doch einige Arten von Thieren auf eine nicht minder bemerkenswerthe Weise als einige Pflanzenarten das Vermögen, sich allen Klimaten anzubequemen. Solche Thiere sind wie die mit derselben Eigenschaft begabten Pflanzen meistens Erzeugnisse gemäßigter Klimate, weil der Uebergang von solchen zu irgend einem Extrem weit weniger schroff ist, als von einem Extrem zum andern. So sind unsere Hausthiere allmählig in die neue Welt, zu verschiedenen Zeiten nach der Entdeckung der letzteren, eingeführt worden, und sind jetzt in unglaublicher Anzahl über den ganzen Umfang jenes ungeheuren Festlandes von Canada an bis Paraguay verbreitet. Am meisten hat sich das Pferd, das Rind, das Schaaf, die Ziege, der Hund, die Katze und das Schwein vermehrt. Auch die Ratte, obgleich ein unwillkommner Gast, hat sich nicht am wenigsten fruchtbar erwiesen. Eben so sehr haben sich die verschiedenen Arten von Hausgeflügel vervielfältigt. Sogar Insekten sind eingeführt und weit verbreitet worden, wie die Gartenkünstler wohl wissen.

Wie die Pflanzen können auch die meisten Thiere leicht einheimisch gemacht werden und gedeihen in Klimaten, welche ihren heimathlichen ähnlich sind. Das schlagendste Beispiel dafür ist das Rennthier, welches erst im Jahre 1773 auf Island eingeführt wurde und jetzt im Innern dieser Insel ausnehmend zahlreich ist. Vermöge dieses Anbequemungsvermögens und vermittelst der Wirksamkeit der Menschen und zufälliger Ursachen ist die Vertheilung größerer Thiere auf der Erde sehr verändert worden. Auch hat man keinen Grund zu glauben, daß diese Vertheilung jetzt eine abgeschlossene sei; vielmehr wird sie sicher noch weitere Veränderungen erleiden.

Unter den merkwürdigeren Gewohnheiten der Thiere mag

die Neigung gewisser Arten zum Wandern hervorgehoben werden. Die Wanderung der Landthiere zwar ist immer sehr beschränkt und kann durch natürliche Hindernisse, wie die Unebenheiten der Erdoberfläche, Sandwüsten, tiefe Flüsse oder andere große Wasseranhäufungen völlig verhindert werden. Aber von vielen Vögeln und auch Insecten, deren Lauf durch die Luft geht, kann buchstäblich gesagt werden, daß sie auf ihrer Wanderung der Sonne folgen. Es ist kaum nöthig, die Schwalbe und den Kukuck als Beispiele anzuführen. Diese Vögel besuchen während der Sommermonate unser nördliches Klima und leben von Insecten, deren Vervielfältigung sonst gränzenlos wäre. Haben sie hier ihre Bestimmung erfüllt, so kehren sie mit der zurückweichenden Sonne wieder in den Süden zurück und werden von verschiedenen Vögeln aus noch nördlicheren Ländern abgelöst. Dergleichen sind die Schnepfen und andere, welche der strengen Kälte des Polarwinters entfliehend, an unsere Küsten kommen. Auch beschränkt sich das Wandern nicht auf die höhern Gattungen der Thiere. Die wunderbare Flugkraft, welche viele Insecten besitzen, setzt sie in den Stand, über eine ungeheure Landstrecke hinzuziehen. Das Heuschrecken- und Ameisengeschlecht sind bekannte Beispiele hiefür. Diese Insecten wandern manchmal in zahllosen Schwärmen aus ihren Heimathländern und verwüsten andere weit entfernte.

Gleich merkwürdig ist das sogenannte Ueberwintern der Thiere. Wie die Pflanzen gemäßigter Klimate haben einige Thiere das Vermögen, die kältere Jahreszeit schlafend hinzubringen. Der Igel und das Murmelthier können unter den vierfüßigen Thieren als Beispiele hiefür angeführt werden. Weitere ließen sich aus allen Thiergattungen geben. Enge verwandt mit der Ueberwinterung ist derjenige merkwürdige Instinkt, welcher viele der niederen Thierarten bewegt, ihre Eier in die Erde oder an einen andern sichern Ort zu legen, damit sie hier während der Jahrszeit der verminderten Temperatur wohl verwahrt wären. Diesen Instinct bemerkt man besonders bei Insecten, deren Leben ephemerisch ist oder höchstens einen Sommer hindurch dauert.

Noch einen andern Umstand gibt es jedoch, welcher als mit der Anpassung der Thiere an die Klimate, in welchen sie leben, zusammenhängend noch angeführt werden muß, nämlich die Bekleidung oder Bedeckung, womit sie von der Natur versehen sind. Jedermann ist die allgemeine Thatsache bekannt, daß Wolle, Pelz, Eiderdunen und ähnliche Artikel großentheils, nicht aus der üppigen Quelle aller reichen Erzeugnisse, den Ländern innerhalb der Wendekreise, sondern aus den kalten und vergleichungsweise unfruchtbaren Gegenden der gemäßigten und kalten Zonen gewonnen werden, wo sie die angemessene Bekleidung verschiedener Thiere ausmachen. Vielleicht gibt es im ganzen Bereiche der Schöpfung nichts, das mehr dazu geeignet wäre, Bewunderung zu erregen. Mögen wir nun diese Mittel, die Thiere gegen die schädliche Einwirkung der Kälte zu bewahren, als einen Theil jenes Erhaltungsvermögens, womit die Thiere ausgerüstet sind, und wodurch ihr Leben bewahrt wird, oder als ein unmittelbares Werk der Vorsehung betrachten; die Vernunftmäßigkeit der Einrichtung ist so sehr in die Augen fallend, daß man keinen Augenblick daran zweifeln kann, sie sei eben in der Absicht angeordnet worden, welche durch sie erreicht wird, und es liege ihr ein Zweck und eine Fürsorge zu Grunde.

Hiemit haben wir einen gedrängten Umriß von der Vertheilung der Thiere auf der Erde gegeben, wobei wir versuchten, die wunderbare Anpassung der verschiedenen Thiergattungen an die Verhältnisse, in welche sie gestellt sind, hervorzuheben, sowie das schöne Ebenmaß und Gleichgewicht, das sich im Thierreiche nicht weniger, als in den Anordnungen der leblosen Materie, darlegt. Ueberall haben wir absichtlich und, soweit es möglich war, diejenigen Einzelnheiten vermieden, deren Betrachtung in andere Gebiete des Wissens gehört. Dagegen war es unser Zweck, solche hervorragende Thatsachen anzuführen, welche zur Beleuchtung unseres Gegenstandes am besten geeignet zu sein schienen. Besonders war es unser Wunsch, zu zeigen, wie unter den kleinen Erzeugnissen durch die Anzahl der Umfang unter den großen ersetzt; wie Ueberfluß in einer Art zu Erhal-

tung einer andern bestimmt ist; wie Pracht und gränzenloser Ueberfluß die Tropenländer charakterisiren, während die gemäßigten Climate nicht weniger durch Nützlichkeit und Wechsel ausgezeichnet, wie sogar in der kalten und nackten Nachbarschaft der Pole, wo das Leben zum Kampfe um die Existenz wird, die Thiere eigens mit diesen Gegenden angemessener Bekleidung versehen sind; — kurz wir haben zu zeigen gesucht, wie jedes Thier in jedem Clima die Mittel zur Befriedigung seiner Bedürfnisse hat und durch besondere Anordnungen in den Stand gesetzt ist, seine Stellung in der Schöpfung auszufüllen und zur Erhaltung des allgemeinen Gleichgewichts das Seinige beizutragen.

Bisher haben wir die Werke der Natur ohne Beziehung auf den Menschen betrachtet. Soviel wir einzusehen vermögen, so könnten sie zwar alle bestehen, und jede Anordnung und Wirkung könnte beinahe dieselbe sein, wie jetzt, wenn auch der Mensch nie ins Dasein gerufen worden wäre. Aber indem wir noch einen Augenblick länger von dem Vorhandensein des Menschen absehen, wollen wir, wie an einer früheren Stelle dieser Abhandlung, untersuchen, was der Nutzen dieses ganzen künstlichen Planes ohne einen höhern Zweck wäre. Würde ein vernünftiger Schöpfer eine solche Welt geschaffen und sie so unvollständig gelassen haben? Die anderen diese Erde bewohnenden Wesen leben und sterben, ohne im geringsten Grade das ungeheure System zu begreifen, von welchem sie einen Theil ausmachen. Daher sind sie wie unbewußte Agenten, welchen ihr Schöpfer, während er sie mit dem zu ihrer Existenz nothwendigen Instincte ausgerüstet und allen gleiche Gerechtigkeit hat widerfahren lassen, das Vorrecht der Vernunft vorenthalten hat. Daß ein offenbar ebenso gütiger als weiser Schöpfer zu seinem eigenen Vergnügen eine solche Welt ohne andere Einwohner geschaffen habe, ist zwar möglich. Wahrscheinlich aber ist es offenbar, daß er hiebei nicht stehen geblieben sein werde. Seine Güte würde ihn veranlaßt haben, anderen Wesen einen Theil des Vergnügens mitzutheilen, welches ihm der Voraussetzung nach die Betrachtung seiner Werke gewährt. In der schönen Welt, die er geschaffen

hätte er gewiß gewünscht, wenigstens Ein Wesen zu sehen, das fähig wäre, seinen Plan und seine Zwecke bis auf einen gewissen Grad zu würdigen. Dies ist ein natürlicher Schluß aus den augenscheinlichen Eigenschaften des Schöpfers; und was ist in der Wirklichkeit der Fall? ist nicht der Mensch ein solches Wesen? weisen nicht in der ganzen Welt, obgleich diese völlig von ihm unabhängig ist, deutliche Zeichen auf seine Existenz hin? ist er nicht an die Spitze der so offenbar für ihn eingerichteten Welt gestellt und zum Bevollmächtigten und Dollmetscher der Natur eingesetzt? Gewiß wird Niemand zweifeln, daß das die Stellung des Menschen im Verhältnisse zu den übrigen lebendigen Geschöpfen sei. Gleich unläugbar ist die auffallende Uebereinstimmung dieser aus der Betrachtung der Aussenwelt gezogenen Schlüsse mit dem, was die heilige Schrift von dem Ursprunge des Menschen sagt: „Und Gott sahe, daß es (die Welt, welche er bereitet hatte) gut war. Und Gott sprach: Lasset uns Menschen machen, ein Bild, das uns gleich (d. h. mit Vernunft und Denkkraft begabt) sei, die da herrschen über die Fische im Meer und über die Vögel unter dem Himmel und über das Vieh und über die ganze Erde und über alles Gewürme, das auf Erden kreucht.“

So kommen wir auf einen anderen und den für uns letzten Theil des großen Planes des Allmächtigen: auf die Schöpfung und die Fähigkeiten des Menschen.

Dritter Abschnitt.

Von der gegenwärtigen Stellung und den zukünftigen Aussichten des Menschen.

Die Betrachtung der Fähigkeiten des Menschen und seiner Stellung in der Welt, die er bewohnt, gehört mit ihren Einzelnheiten in ein anderes Gebiet. Hier kommen wir auf diese Gegenstände blos in der Absicht, unsern Ueberblick über die physischen Verhältnisse der lebendigen Geschöpfe zu vervollständigen. Die Bemerkungen, welche wir zu machen haben,

beziehen sich einestheils auf die Mittel, wodurch der Mensch die Obergewalt, die er besitzt, erlangt hat und erhält, anderntheils auf die Schlüsse, welche aus der hohen Stellung und dem intellektuellen Charakter des Menschen zu ziehen sind.

In Beziehung auf das Erstere mag bemerkt werden, daß jene Mittel völlig eigenthümlich sind und keineswegs von der Art, wie wir vielleicht erwarten möchten, obgleich, wenn man sie einmal kennt und versteht, die schöne Planmäßigkeit und Harmonie, welche sie zeigen, sogleich einleuchtet. Die Obergewalt des Menschen war nicht das Ergebniß seiner persönlichen Stärke, noch wird sie durch diese erhalten. Im Gegentheile sind manche Thiere größer und stärker, als er, während wenige von seiner Größe von Natur so unfähig zur Selbstvertheidigung sind oder eine so lange Zeit hindurch in der Hülflosigkeit der Kindheit und des hohen Alters sich befinden. Auch ist sein Körper nicht in Beziehung auf äußere Anpassung an das Klima bevorzugt, denn während die Natur andere lebendige Geschöpfe mit einer der Temperatur, in welcher sie leben, angemessenen Bekleidung versehen hat, wird der Mensch völlig nackt geboren und bleibt es in jedem Klima, das er bewohnt, vom Aequator an bis zu den Polen. Endlich rührt die Herrschaft des Menschen nicht von der größeren Ausdehnung des Bereichs seiner Nahrung oder von einem größeren Assimilationsvermögen her; denn obgleich er gewissermaßen zu den allesessenden Geschöpfen gehört, so ist er dieß doch nicht in dem Sinne wie die Thiere dieser Gattung, d. h. er ißt nicht ohne Unterschied jede Art von Nahrung in der Gestalt, in welcher sie von der Natur dargeboten wird; denn sogar im Zustande seiner größten Rohheit wendet er gewisse Kochkünste an. Wodurch hat nun aber der Mensch die hohe Stellung erlangt, welche er einnimmt? Die Antwort ist einfach — durch seine Vernunft. Der Mensch ist als ein vernünftiges Wesen geschaffen und diese Eigenschaft entschädigt ihn reichlich für sein geringes Maß körperlicher Stärke, für den Mangel natürlicher Bedeckung und für sein beschränkteres Vermögen, sich Nahrungsstoffe anzueignen. Durch die Vernunft ist er in den Stand gesetzt, die gewaltige Kraft des Elephanten zu lenken, aus jedem

Erzeugnisse der Natur zu wählen, was zu seiner Kleidung paßt, und sich so nach seinem Gefallen oder nach den Bedürfnissen des Klimas, in welchem er lebt, zu bedecken und aus den am wenigsten versprechenden, ja sogar aus den verderblichsten Naturgegenständen eine gesunde Nahrung zu gewinnen. Es war daher nicht nöthig, daß er so schwerfällig wie ein Elephant geschaffen oder mit einem Kleide, das in manchen Gegenden hätte lästig werden müssen, bedeckt oder mit dem Vermögen, rauhe und harte Stoffe, ohne Zubereitung durch die Kochkunst, zu verdauen, versehen wurde. Da so rein thierische Begabungen nicht erforderlich waren, so hat sich des Schöpfers Weisheit auf eine andere Weise und mit einem höheren Zwecke an den Tag gelegt. Zur Beförderung seines Planes hat er die Größe des Menschen auf jene glückliche Mitte beschränkt, welche mit Stärke Anmuth verbindet, und einer feinen und im höchsten Grade empfindlichen, aber nichtsdestoweniger sich anbequemenden Organisation hat er eine, Eigenthümlichkeit, Angemessenheit und Schönheit in sich vereinende Gestalt beigegeben.

Als wir von den gemäßigten Klimaten sprachen, bemerkten wir, daß sie durch die Nützlichkeit ihrer Erzeugnisse ausgezeichnet seyen, und daß die Pflanzen und Thiere derselben gewöhnlich ein größeres Anbequemungsvermögen besitzen, als die der äußersten Klimate. Nun ist der Mensch vermöge einer besonderen Anordnung seines Schöpfers offenbar zum Bewohner der gemäßigten Klimate bestimmt, und in diesen vermag er seine Fähigkeiten vollkommen zu entwickeln. Zwar gibt es auch innerhalb der Wendekreise Menschen genug; denn die Güte der Gottheit bietet hier denselben eine reichliche und bewundernswürdig angemessene Nahrung dar. Aber unter diesem Ueberflusse und ohne hinreichenden Antrieb zur Thätigkeit erschlafft nur zu oft die Vernunft des Menschen, während seine thierischen Triebe vorherrschen; und sein Leben geht in Trägheit und sinnlichen Genüssen dahin. Andererseits sind unter dem freudenlosen Himmel der kalten Zone, wo er durch spärliche und unangemessene Speise nur unvollkommen genährt wird, die Kräfte seines Geistes wie die seines Körpers gefesselt, oder sie werden blos zur

Bekämpfung der Ungunst seiner Lage angewendet. Aber in den gemäßigten Klimaten sind die übeln Folgen dieser beiden Extreme vermieden, während die wohlthätigen Einflüsse des Klimas bleiben. Vom Sporne der Noth getrieben und zugleich durch die bewunderswürdige Fügsamkeit der Natur aufgemuntert, ist der Mensch in gemäßigten Klimaten von Anreizungen aller Art umgeben, und deswegen erlangen hier seine Fähigkeiten ihre vollkommenste Entwicklung. Als bekannte Beispiele von der Wirkung dieser Entfaltung der menschlichen Vernunft wollen wir seine Stärke, seine Nahrung und seine Kleidung (mit Einschluß seiner Wohnung) benützen.

Was das Erste anbelangt, so besteht die Stärke des Menschen nicht blos in seiner eigenen, durch sinnreiche mechanische Erfindungen von jeder Art und jedem Grade bis zu der erstaunlichen Wirkung des Dampfes beinahe unendlich erhöhten, sondern er hat auch viele der größeren Thiere seinem Dienste unterworfen, während er diejenigen, welche sich nicht dazu hergeben wollen, vernichtet. Als Waffen handhabt er jedes zum Angriffe und zur Vertheidigung geeignete Werkzeug von der rohen, aber wirksamen, Keule an bis zu der kriegerischen Maschine, auf welche er die Entdeckung des Schießpulvers angewandt hat. Was er nur bedarf, verschafft er sich durch Werkzeuge, von dem gemeinen Spaten an bis zu jener Vollendung der Maschinerie, welche beinahe mit der Thätigkeit des Verstandes selbst wetteifert.

Was zweitens die Nahrung des Menschen betrifft, zur Ausführung welcher Wunder hat ihn seine Vernunft befähigt! wie bemerkenswerth ist im Pflanzenreiche die erstaunliche Veränderung und Vermehrung der Getreidegattungen; die Verwandlung des sauren widrigen Holzapfels in den vollen duftenden Apfel; der herben den Mund zusammenziehenden Schlehe in die köstliche Pflaume; des rauhen bitteren Meerkohls in den nahrhaften lieblichen Blumenkohl; lauter Veränderungen, welche nebst zahlreichen andern ähnlicher Art durch den Menschen hervorgebracht worden sind. Auch die Verwandlungen, welche er unter den Thieren bewerkstelligt hat, sind nicht weniger wunderbar, als die unter den Pflanzen. Alle die zahlreichen Arten von Rind-

vieh, Schaafen, Pferden, Hunden, Geflügel und der übrigen Thiere, welche zur Abschlachtung aufgezogen oder zu einem anderen Zwecke gehalten werden, sind aus einigen wenigen wilden Arten entsprungen und zu dem, was sie jetzt sind, großentheils durch die Dazwischenkunft des Menschen gemacht worden. Ueberdieß sind die nützlichsten dieser Thiere in jede Gegend der Erde, in welche er selbst einzudringen vermochte, verpflanzt worden.

Bei der Kleidung und Wohnung des Menschen endlich ist das Uebergewicht seiner Vernunft nicht weniger einleuchtend. Zur Bedeckung seines nackten Körpers ist eine Fläche von bedeutender Ausdehnung nöthig, größer in der That, als sie durch irgend ein natürliches Gewebe dargeboten wird, außer vielleicht durch die Häute anderer Geschöpfe oder die Blätter einiger Pflanzen, welche daher auf der niedersten Stufe der Bildung gewöhnlich seine ganze Kleidung ausmachen. Aber vermittelst der Webekunst ist er im Stande, Gewänder von jeder Größe und zwar aus Stoffen zu bereiten, welche am wenigsten hiezu geeignet scheinen könnten. So kann sich der Mensch nicht blos auf jede Weise und je nach der Temperatur des Klimas, in welchem er lebt, kleiden, sondern er kann auch mit seinem Anzuge jede Art von Schmuck, welche seine Einbildungskraft nur erdenken mag, verbinden. Nicht weniger groß ist die Auswahl, die er unter den Stoffen zur Errichtung seiner Wohnungen hat. Je nachdem das Klima und andere Umstände es erfordern, wohnt er in der niedern Hütte oder im glänzenden Pallaste, in der leichten Baracke oder im festen, eben so sehr zum Widerstande gegen die Wuth des Kriegs als der Elemente eingerichteten Schlosse.

Von solcher Art ist der Mensch, und dies sind einige der großen Veränderungen in der Welt, welche er mit Hülfe seiner Vernunft zu Stande gebracht hat. Und welch' ein glänzender Beweis für das Vorhandensein eines Zweckes von Seiten des Schöpfers stellt sich uns vor Augen, wenn wir die Eigenschaften der Materie und ihre verschiedenen Zustände in Beziehung auf die Werke des Menschen betrachten! Wäre z. B. das Wasser nicht so beschaffen, wie es ist, so hätte er nie die Dampfmaschine bauen können. Wären nicht die Erzeugnisse der gemäßigten

Klimate mit jener Empfänglichkeit für Veränderungen geschaffen worden, wodurch sie sich so sehr auszeichnen, so hätte sie der Mensch nie so sehr, durch Veränderung ihres Charakters, für seinen Gebrauch umformen können. Es war an sich kein Grund für die Mittheilung solcher Eigenschaften vorhanden, ja nicht einmal für die Hervorbringung der Gegenstände, an welchen diese Eigenschaften sich finden. Aber dennoch sind beide da, und was haben wir daraus zu schließen? Gewiß wird Niemand behaupten wollen, daß die solche Eigenschaften besitzenden Naturgenstände das Ergebniß eines Zufalls oder ohne eine Absicht geschaffen worden seien. Sie müssen zu einem bestimmten Zwecke angeordnet worden sein, und wenn dieses, offenbar zu einem auf den, obgleich noch nicht vorhandenen, Menschen sich beziehenden Zwecke.

Bisher haben wir den gegenwärtigen Zustand der Erde und des an die Spitze ihrer Bewohner gestellten Menschen erwogen. Aber wir können unsere Betrachtung noch etwas auf die Aussichten für die Zukunft ausdehnen.

Wir haben gesehen, daß diese Erde nicht plötzlich aus dem Chaos in ihren gegenwärtigen Zustand übergegangen ist, sondern daß sie durch eine Aufeinanderfolge gewaltsamer und plötzlicher Veränderungen in verschiedene, immer vollkommenere Zustände gebracht und von immer höheren Ordnungen von Wesen bewohnt wurde. Wir, die letzten in der Reihe, erkennen in unserer Schöpfung und in den Fähigkeiten, womit wir begabt worden sind, den schlagendsten Beweis für die Macht und Weisheit Gottes. Aber bricht hier der große Plan plötzlich ab? ist diese Erde auf der letzten Station ihres Daseins angelangt? haben ihre Bewohner die höchste Vollkommenheit, deren sie fähig sind, erreicht? sind keine weiteren Umwälzungen und keine höheren Ordnungen von Wesen mehr zu erwarten? Die Antworten auf diese Fragen sind nur dem großen Schöpfer des Universums bekannt und berühren uns nicht. Eine mit diesem Gegenstande zusammenhängende Frage gibt es jedoch, bei welcher wir lebhaft und persönlich betheiligt sind, nämlich die: Was wird aus dem Menschen werden? Das Wesen, welches die Natur

überblickend bis zu einem gewissen Grade den großen Plan des Weltalls erkennt, aber unendlich mehr weiß, was es nicht erkennt, und was es zu erkennen heiß begehrt — wird es zu Grunde gehen wie ein bloses Thier, wird all sein Wissen vergeblich sein, werden alle seine sehnsüchtigen Wünsche unerfüllt bleiben? Wie können wir ein solches Schicksal mit der in der ganzen Welt so deutlich sich aussprechenden Weisheit, Güte und Gerechtigkeit des Schöpfers vereinigen? Würde es zu diesen Eigenschaften passen, solche Hoffnungen in einem abhängigen Wesen zu erregen, welche nie erfüllt werden sollen? einen Theil des Schleiers zu lüften, diesem Wesen einen Schimmer des jenseitigen Glanzes zu zeigen und nach allem diesem es zu vernichten? Mit dem Charakter und den Eigenschaften des Schöpfers, wie sie aus seinen Werken sich ergeben, sind solche Vorstellungen völlig unverträglich. So kehrt die Frage wieder: Was wird aus dem Menschen werden? Daß er sterblich ist, wie andere Geschöpfe, lehrt die Erfahrung zur Genüge; aber stirbt er gleich jenen ganz? Ist kein Theil an ihm, welcher den allgemeinen Schiffbruch überlebend für eine höhere Bestimmung aufbehalten wird? Kann dasjenige im Menschen, was, wie sein unsterblicher Schöpfer, urtheilt, was seine Weisheit erkennt und seine Zwecke bewundert, sterblich sein wie das Uebrige? Ist es wahrscheinlich, ja ist es möglich, daß dasjenige, was so die Wirkungen eines unsterblichen Wesens fassen kann, nicht selbst unsterblich ist?

So hat der Mensch zu allen Zeiten geschlossen, und seine Wünsche und Gefühle, seine Hoffnungen und Besorgnisse haben sich alle mit seiner Vernunft zur Feststellung der Ueberzeugung vereinigt, daß etwas in ihm ist, was nicht sterben kann; kurz, daß er für einen künftigen Zustand bestimmt ist, wo seine Natur veredelt und seine Erkenntniß vervollkommnet, und wo der große Zweck seines Schöpfers, dessen Ausführung hienieden nur beginnt, vollführt werden wird.

Drittes Buch.

Organische Chemie.

Darstellung des Verdauungs- und Assimilationsprocesses in der Pflanzen- und Thierwelt.

Das Vorhergehende enthält eine kurze Uebersicht der chemischen Eigenschaften der unorganischen Körper und ihrer Verbindungsgesetze, nebst Betrachtungen über die allgemeinen Verhältnisse der unbelebten Materie und der organischen Wesen auf der großen Stufenleiter der Geschöpfe, so wie über die gegenwärtige Stellung des Menschen und seine künftigen Aussichten. Wir haben nun noch drittens zu untersuchen, wie sich der Organismus vollendet, oder, mit andern Worten, eine kurze Darstellung derjenigen chemischen Eigenschaften und Verbindungsgesetze zu geben, welche den Unterschied der organischen Wesen von den unorganischen begründen.

Erstes Kapitel.

Von der Beschaffenheit und Zusammensetzung der organischen Körper überhaupt in Vergleich mit den unorganischen.

„Ein lebendiger Körper, als Gegenstand einer chemischen Untersuchung betrachtet, ist — um mit Berzelius zu reden — eine Werkstätte, in welcher eine Menge chemischer Processe vorgehen, deren Endzweck ist, alle die Erscheinungen hervorzubringen, deren Gesammtheit wir Leben nennen, und diese

Körpermaschine von ihrem Vorhandensein, man möchte fast sagen, als Atom allmählig bis zur höchsten Stufe der Vollkommenheit zu entwickeln. Ist dieser Punkt erreicht, so geht es wieder eben so allmählig abwärts; die Processe werden immer unvollkommener, bis zuletzt das Leben aus dem Körper entweicht, und seine Elemente wieder frei werden, um den Gesetzen der unorganischen Natur zu gehorchen." Dieß ist die Geschichte eines jeden lebendigen Körpers, und obgleich die Perioden der Entwickelung und der Abnahme bei den verschiedenen Arten unendlich mannigfaltig sind, so bleibt doch kein einziger Körper auch nur einen Augenblick auf demselben Punkte stehen, sondern alle gehen schneller oder langsamer ihrer Reife entgegen, und fallen dann wieder dem allgemeinen Loose der Zerstörung anheim. Das eigenthümliche Princip (oder die Principien) eines jeden organischen Wesens, wodurch sich dasselbe von der unbelebten Materie unterscheidet, ist verschieden benannt worden. In der gegenwärtigen Untersuchung mögen diese Principien als Kräfte betrachtet werden und, um sie von der Wärme, Electricität und andern in den unorganischen Stoffen wirkenden Agenzien zu unterscheiden, — organische Kräfte heißen. Die Untersuchung ihrer Natur wird uns leichter werden, wenn wir zuvor eine deutliche Anschauung ihrer Wirksamkeit geben. Deshalb sprechen wir zuerst

1) Von den organischen Körpern als chemischen Zusammensetzungen. — In ihren ausgebildeten Formen sind kaum zwei Dinge so sehr von einander unterschieden, als die zwei großen Ordnungen der organischen Körper — Pflanzen und Thiere. Und doch gehen dieselben so allmählig ineinander über und scheinen sich sogar so sehr mit einander zu verschmelzen, daß man unmöglich sagen kann, wo die eine aufhört und die andere anfängt. Eben so verhält es sich auch mit der chemischen Zusammensetzung der Pflanzen und Thiere. Die Pflanzenstoffe enthalten im Allgemeinen wesentlich nur die drei Elemente, Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff, während die thierischen Stoffe in der Regel noch ein viertes in sich begreifen, nämlich den Stickstoff. Es gibt jedoch auch einige

Pflanzen, bei denen der Stickstoff einen wesentlichen Bestandtheil bildet, während wiederum bei gewissen thierischen Körpern dieses Element ganz fehlt. Demnach läßt sich aus der blosen chemischen Zusammensetzung einer Substanz, wenigstens aus den genannten drei oder vier wesentlichen Bestandtheilen derselben, nicht bestimmen, ob sie zu den Pflanzen oder Thieren gehört; wir müssen daher in vielen Fällen, wo dieser Punkt zweifelhaft oder unbekannt ist, andere Merkmale zur Entscheidung der Frage zu Hülfe nehmen. Außer den vier constituirenden Elementen, aus denen alle organischen Substanzen wesentlich zusammengesetzt sind, kommen auch noch andere Stoffe in denselben vor. Diese sind jedoch in sehr geringer Menge vorhanden und nicht so wesentlich zur Existenz derselben, als die vier zuerst genannten; nichtsdestoweniger scheint ihr Einfluß sehr bedeutend zu sein. Es sind: Schwefel, Phosphor, Chlor, Fluor, Eisen, Potassium, Sodium, Calcium, Magnesium und noch einige andere. Die meisten Chemiker betrachten diese Stoffe als den organischen Körpern fremd; wir werden jedoch sogleich zeigen, daß ihr Einfluß auf die letzteren, wenn gleich verschieden von dem jener vier constituirenden Elemente, doch keineswegs unbedeutend ist. Diese vier Elemente nebst den hinzukommenden Stoffen werden zusammen die Elemente erster Ordnung der organischen Körper genannt; zur Unterscheidung jedoch mögen der Wasserstoff, Kohlenstoff, Sauerstoff und Stickstoff wesentliche Elemente heißen, der Schwefel, Phosphor u. s. w. aber zufällige. Die nach gewissen Gesetzen stattfindenden Verbindungen dieser Urelemente miteinander bringen das hervor, was man die Elemente zweiter Ordnung der organischen Körper nennt. Bekannte Beispiele davon sind: Zucker, Oel, Eiweiß u. s. w.

Man kann es vielleicht als allgemeines Gesetz aufstellen, daß keine Substanz, die sich mit einem lebendigen Pflanzen- oder Thierkörper verbindet, regelmäßige Krystallform annehmen kann. Wenn daher in der unorganischen Natur die zusammengesetzten Körper fast immer gerade Linien und Winkel bilden, so sind dagegen fast alle festen organischen Substanzen mehr oder weniger

gerundet, und die Krystallform ist aus ihrem Kreise gänzlich verbannt. Eben so verschiedenartig ist die Zusammensetzung der organischen Flüssigkeiten, und obgleich ihre Basis fast immer Wasser ist, so enthalten doch manche derselben noch verschiedene andere Stoffe.

Die organischen Körper lassen sich in zwei Hauptklassen eintheilen, nämlich in solche, welche zwar im lebendigen Pflanzen- oder Thierkörper keine Krystallform annehmen, aber doch durch verschiedene Processe in so weit von fremdartigen Stoffen ausgeschieden werden können, daß man sie rein und in Krystallform darstellen kann, und in solche, welche unter keinerlei Umständen Krystallform annehmen. Die erste Substanz aus der Klasse der krystallisirbaren Stoffe, die wir hier näher betrachten wollen, ist der Zucker.

Nach der allgemeinen Annahme besteht der Zucker aus drei wesentlichen Grundstoffen — aus Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff, und zwar ist, was bemerkt zu werden verdient, das Verhältniß des Wasserstoffs und Sauerstoffs im Zucker ganz dasselbe, wie im Wasser. Deshalb ist es höchst wahrscheinlich, daß diese zwei Elemente im Zucker wirklich eben so verbunden sind wie in dem letzteren, und demnach der Zucker nichts anderes ist, als eine Zusammensetzung von Wasser und Kohlenstoff, oder, nach der Sprache der Chemiker, ein Hydrat von Kohlenstoff. Wir können jedoch weder den Zucker, noch irgend eine andere organische Zusammensetzung durch directe Verbindung ihrer Elemente künstlich erzeugen, weil wir nicht im Stande sind, diese Elemente in die gerade erforderlichen Zustände und Verhältnisse zu bringen. Wäre dieß aber möglich, so würde ohne Zweifel die daraus entstehende Zusammensetzung dieselbe sein, wie die natürliche. Denn die organische Kraft verändert, wie wir im Folgenden zeigen werden, die Eigenschaften der Elemente nicht, sondern verbindet dieselben nur auf eine, für uns durchaus nicht nachzuahmende Weise.

Ein anderer wohlbekannter Stoff dieser Klasse ist der Essig, der nicht allein mit vielen andern Körpern leicht krystallinische Zusammensetzungen bildet, sondern auch in verdichtetem

Zustande selbst krystallinisch ist. Nun ist es aber beim Essig nicht minder bemerkenswerth, als beim Zucker, daß er, obgleich in seinen Eigenschaften durchaus von diesem verschieden, doch in seiner Zusammensetzung im Allgemeinen demselben ganz ähnlich ist; d. h. der Essig ist eine binäre Zusammensetzung von Wasser und Kohlenstoff; die Verhältnisse dieser Elemente sind aber beim Essig andere, als beim Zucker. Ein charakteristischer Unterschied beider Substanzen besteht jedoch darin, daß der Essig zwar eben so wenig, wie der Zucker, durch direkte Verbindung seiner Elemente, wohl aber durch den Gährungsproceß und andere Mittel aus dem Zucker und andern verwandten Stoffen gewonnen werden kann, während wir nicht umgekehrt durch irgend einen künstlichen Proceß Zucker aus Essig erzeugen können, obgleich die organische Kraft, wie wir weiter unten zu bemerken Gelegenheit haben werden, dieses Vermögen zu haben scheint.

Wir kommen jetzt an die zweite Klasse der Substanzen, die unter keinerlei Umständen, weder natürlichen, noch künstlichen, je Krystallform annehmen, und deren Bildungsform im gewöhnlichen und eigentlichen Sinne des Worts organisch genannt werden muß. Ein Beispiel dieser nicht krystallisirbaren oder organischen Substanzen ist die Stärke.

Der Stärkestoff wird in leicht modificirten Zuständen aus einer großen Anzahl von Pflanzen, hauptsächlich aber aus den Saamen der Getreidearten und Gräser gewonnen. Selbst dem unbewaffneten Auge erscheint die Stärke aus kleinen Theilchen zusammengesetzt, die sich unter dem Mikroscope als mehr oder minder gerundete Körner zeigen, jedoch ohne die geringste Spur von Krystallisation. Diese Körner bilden sich wahrscheinlich in den Zellen der Pflanzen, denn sie scheinen sich bei ihrer Absonderung zuerst in halbflüssigem Zustand zu befinden, und der Ueberschuß des Wassers allmählig entfernt zu werden. Raspail und Dumas haben gezeigt, daß jedes dieser Körnchen mit einer glatten Hülle umgeben ist, die sich im Wasser unter der gewöhnlichen Temperatur nicht auflöst, innerhalb welcher sich aber eine auflösbarere Substanz befindet. Diese ist nach einigen

Chemikern eine Art Gummi, wahrscheinlicher aber nur eine besondere Art Stärkestoff. Berzelius behauptet, daß die Stärke, wenn sie verbrannt wird, ungefähr 0, 23 pr. Cent Rückstand läßt, welcher ganz aus phosphorsauren Salzen besteht. Bringt man aber diesen Rückstand in Abzug, so zeigt sich, daß die wesentliche Zusammensetzung der Stärke der des Zuckers fast ganz gleich ist, so wie auch die Verhältnisse ihrer Verbindung fast die nämlichen sind. Und hier entsteht nun die Frage: Wie kommt es, daß Substanzen, die einander in ihrer Zusammensetzung ganz ähnlich sind, sich doch in ihren wahrnehmbaren Eigenschaften so durchaus von einander unterscheiden? Wir werden weiter unten hierauf zurückkommen. Zuvor aber wollen wir noch kurz einen andern Grundstoff der organischen Körper betrachten, der sich zwar in seinen Eigenschaften von den drei bisher besprochenen sehr unterscheidet, in seiner Zusammensetzung aber große Aehnlichkeit mit ihnen hat. Dieser vierte Stoff ist die Pflanzenfaser oder, wie sie bei den Chemikern heißt, das Lignin.

Obgleich die Pflanzenfaser in den verschiedenen Pflanzen sehr verschieden erscheint und sehr verschiedene unwesentliche Stoffe enthält, so zeigt sich dennoch, daß ihre wesentliche Zusammensetzung, fast bei allen Pflanzen, in welchen sie untersucht wurden, dieselbe ist, oder daß sie aus den gleichen Gewichten Wasser und Kohlenstoff besteht. Wenigstens ist dieß der Fall bei den so sehr verschiedenen Holzarten, dem Buchs und der Weide, der Eiche und der Buche, welche vier, wie wir glauben, die hauptsächlichsten, wenn auch nicht die einzigen Holzarten sind, die man bis jetzt analysirt hat. Demnach nimmt man vielleicht nicht ohne Grund an, daß jede Abart des Lignin auf ähnliche Weise zusammengesetzt ist. Alle Holzarten hinterlassen, wenn sie verbrannt werden, einen größeren oder geringeren unwesentlichen mineralischen Rückstand in der Gestalt von Asche, deren Beschaffenheit, wie oben bemerkt wurde, bei den verschiedenen Holzarten bedeutend verschieden ist.

Beifolgende Tafel gibt eine Uebersicht der Zusammensetzung der obigen vier organischen Grundstoffe. Wir geben sie nicht allein als einen Beweis für das unermeßliche Gebiet der organi-

schen Chemie, sondern zugleich als ein Beispiel von der Art, auf welche dasselbe nach unserer Ansicht am besten aufzuhellen ist.

Krystallisirbare Stoffe.	Kohlenstoff.	Wasser.	Nichtkrystallisirbare Stoffe.	Kohlenstoff.	Wasser.
Zucker, aus Stärke..	36,20	63,80	Stärke, Pfeilwurz. im gewöhnl. Zustande..	36,4	63,6
aus Honig...	36,36	63,63	aus Waizen im gewöhnl. Zustande..	37,5	62,5
Rohrzucker..	40,88	59,12	ditto; ditto, getrocknet bei 212°..	42,8	57,2
Runkelrüben und Ahornzucker.....	42,10	57,90			
raffinirter englischer....	41,5 bis 42,5	58,5 bis 57,5			
reiner Candis	42,85	57,15			
Essigsäure.....	47,05	52,95	Lignin, im gewöhnl. trockenen Zustande..	42,7	57,3
			von Weiden, getrocknet bei 212°..	49,8	50,2
			von Buchs, ditto.....	50	50

Eine flüchtige Ansicht der vorliegenden Tafel wird den Leser überzeugen, wie ähnlich die Zusammensetzung des Zuckers und der Stärke ist, eine Uebereinstimmung, welche sich sogar auf die verschiedenen Abarten derselben ausdehnt. Essig oder Essigsäure hat bis jetzt noch keinen Repräsentanten unter den andern organischen Stoffen, ob es gleich nicht unwahrscheinlich ist, daß es mehrere Substanzen von ähnlicher Zusammensetzung gibt. Die des Essigs oder der Essigsäure liegt in der Mitte zwischen der des Zuckers und des Lignins, während unter den krystallisirbaren organischen Substanzen keine dem Lignin analoge Zusammensetzung bekannt ist. Zugleich kann bemerkt werden, daß Stärke und Holz durch verschiedene künstliche Processe in Zucker oder Essig verwandelt werden können. Auch in eine Art Stärke läßt sich

das Holz verwandeln, so wie der Zucker in Essig; umgekehrt aber können wir weder Essig in Zucker, noch Stärke in Holz verwandeln; obgleich diese und unzählige andere Veränderungen ähnlicher Art durch die organische Kraft leicht bewirkt werden.

Wir wenden uns nun zu der oben aufgestellten Frage:

2) Wie kommt es, daß Substanzen, die in ihrer Zusammensetzung so nahe mit einander verwandt sind, doch so ganz verschiedene Eigenschaften zeigen? — Diese Frage werden wir wohl schwerlich jemals genügend beantworten können, wenigstens läßt es der gegenwärtige Zustand unserer Wissenschaft noch nicht hoffen. Die wenigen Beobachtungen, welche hinsichtlich derselben gemacht worden sind, lassen sich unter folgende zwei Hauptpunkte bringen — Ueber die eigenthümliche Zusammensetzung der organischen Substanzen, und die Natur der sie erzeugenden Kräfte.

Die Zusammensetzung der organischen Körper ist hauptsächlich zweifacher Art: indem sie entweder von dem verschiedenen Verhältnisse ihrer wesentlichen Elemente oder, bei gleichem Verhältnisse dieser, von Verschiedenheiten unter ihren unwesentlichen Elementen abhängt. Als Beispiele von der ersteren Art nennen wir den Zucker und Essig. Der Zucker besteht aus 42,85 pr. Cent Kohlenstoff und 57,15 Wasser, während derselbe Bestandtheil, Kohlenstoff, in dem größern Verhältnisse von 47,05 mit 42,95 Wasser — Essig, eine mächtige Säure bildet. Warum bei dieser Aehnlichkeit der Zusammensetzung die Eigenschaften dieser zwei Substanzen so unähnlich sind, wissen wir eben so wenig, als warum Sauerstoff und Wasserstoff Wasser bilden, oder als wir die letzten Ursachen irgend einer chemischen Erscheinung kennen. So wunderbar uns aber auch die Folgen dieser geringen Differenzen in der Zusammensetzung der Substanzen auf den ersten Anblick vorkommen, so wird uns doch ein wenig Nachdenken zeigen, daß dieselben in der That nicht wunderbarer sind, als irgend eine andere chemische Erscheinung, und daß sie nur eine besondere Art solcher Erscheinungen bilden. Dieselben Bemerkungen gelten auch, wenigstens zum Theil, von dem Zucker und der Stärke. Die wesentliche

Zusammensetzung dieser beiden Substanzen ist, wie oben gezeigt wurde, beinahe die gleiche; die Stärke enthält aber unwesentliche Bestandtheile, welche der Zucker nicht enthält. Ueber die Wirkung dieser letzteren erlaube man uns einige Bemerkungen.

Wir haben zu Anfang dieses Kapitels gesagt, daß die unwesentlichen Substanzen in den organischen Körpern bisher als gleichgültig betrachtet worden seien, eine Meinung, der wir nicht beipflichten konnten. Wir behaupten vielmehr, daß die Verschiedenheiten zwischen Körpern von gleicher wesentlicher Zusammensetzung, welche uns auf den ersten Anblick so wunderbar erscheinen, hauptsächlich von diesen unwesentlichen Bestandtheilen herrühren. Wir vermögen zwar die Wirkungsart so geringer Quantitäten nicht ganz zu begreifen, aber wir können uns denken, daß sie unter den constituirenden Moleculen vertheilt sind, und daß ferner die Moleculen dieser unwesentlichen Stoffe wohl eine starke Selbstrepulsion ausüben. In diesem Falle ist es nicht unwahrscheinlich, daß die letzteren die Kraft haben werden, die Anordnung der constituirenden Moleculen zu modificiren und auf diese Weise die Eigenschaften der durch ihre Verbindung hervorgebrachten Substanz zu verändern.

Wir haben die Vermuthung aufgestellt, daß die Moleculen der unwesentlichen Stoffe in den organischen Substanzen sich in einem Zustande der Selbstrepulsiven befinden. Diese Vermuthung gründet sich hauptsächlich auf die gleiche Vertheilung dieser unwesentlichen Moleculen durch die organischen Substanzen, in welchen sie vorhanden sind, und auf ihre daraus folgende größere Entfernung von einander, die sich wohl schwerlich auf andere Weise erklären läßt. Existirten diese unwesentlichen Stoffe abgesondert, oder blos in einem Zustande der Vermischung mit den constituirenden Elementen, wie diejenigen Chemiker annehmen müssen, welche dieselben für gleichgültig halten, so würden sie ohne Zweifel ihre selbstattractiven Kräfte behalten, und statt gleichmäßig unter den constituirenden Elementen vertheilt zu seyn, sich in eine Masse oder einen Krystall sammeln; eine Anordnung, die noch nirgends beobachtet worden ist. Es finden sich zwar allerdings nicht selten krystallisirte Körper in organischen Substanzen, dieselben bleiben aber

stets dem Organismus fremd und bilden keinen Theil desselben, während doch die Moleculen, von denen wir sprechen, wirklich integrirende Theile desselben sind. Unsere Vermuthung wird auch noch durch die schönen Versuche John Herschels bestätigt, welcher gezeigt hat, daß durch die einfache Wirksamkeit gewöhnlicher Stoffe unter galvanischem Einflusse eine Kraft erzeugt wird, die nicht weniger als 50,000 mal stärker ist, als die Schwerkraft; wie z. B. durch die Wirksamkeit des Quecksilbers, wenn mit demselben ein Milliontheilchen Sodium vermischt wird. Diese Thatsachen setzen einerseits die Wirksamkeit geringer Quantitäten Materie bei Hervorbringung der außerordentlichsten Veränderung in den Polaritäten größerer Quantitäten außer allen Zweifel, und werfen zugleich ein bedeutendes Licht auf viele Wirkungen in der Natur. So wirken die feinen ansteckenden Krankheitsstoffe, manche medicinische Substanzen, welche selbst in den kleinsten Dosen erstaunliche Wirkungen hervorbringen, der noch feinere und verborgenere Wärme- und Lichtstoff und noch viele andere Stoffe wahrscheinlich alle nach ähnlichen Grundsätzen. Wenigstens lassen sich die Resultate der Wirkung dieser Stoffe nicht einzig aus ihrer Quantität erklären, die mit den augenscheinlichen und auffallenden Veränderungen, welche eine solche Wirksamkeit fortwährend in den Naturprocessen hervorruft, nach dem gewöhnlichen chemischen Ausdrucke, durchaus incommensurabel ist.

Alle obigen Bemerkungen gelten auch von den Grundsubstanzen, aus denen ein lebendiger organischer Körper besteht. Denn kein einziges Element, das einem lebendigen Körper assimilirt oder verähnlicht wird, scheint in seinem natürlichen Zustande zu bleiben, oder im Stande zu sein, genau dieselben Wirkungen hervorzubringen, welche es kraft seiner ursprünglichen organischen Eigenschaften hervorbringen könnte. Kurz! außer den wesentlichen Moleculen, welche die Grundlage eines lebendigen organischen Körpers bilden, und wahrscheinlich bis zu einem gewissen Grade die gewöhnlichen chemischen Einflüsse auf einander ausüben, scheinen zugleich in überaus geringerem Verhältnisse verschiedene andere Stoffe durch den ganzen lebendigen Körper verbreitet zu seyn, deren Moleculen in hohem Grade selbstrepulsiv sind. Diese unwesentlichen Stoffe sind es,

welche die gewöhnlichen chemischen Eigenschaften der wesentlichen Elemente des lebendigen organischen Körpers verschiedenartig modificiren und insbesondere diese Elemente verhindern, regelmäßige Krystallform anzunehmen. Ueberdieß theilen sie der organischen Kraft dieses Körpers neue, uns jedoch gänzlich unbekannte, Fähigkeiten mit, welche dieselbe in den Stand setzen, sich nach den Bedürfnissen des lebendigen organischen Wesens zu richten.

Das eigentliche Wesen der Lebenskraft, oder wie wir jenes Etwas nennen wollen, das die Pflanzen und Thiere zu dem macht, was sie sind, und durch das sie sich von der unorganischen Materie unterscheiden, ist uns gänzlich unbekannt und wird es wohl immer bleiben. Wenn wir aber auch das Wesen dieser Kraft nicht kennen, so vermögen wir doch nicht allein mit ziemlicher Gewißheit zu sagen, was sie nicht ist, sondern auch in einem gewissen Grade zu bestimmen, was sie für Wirkungen hervorbringen kann. Da es von der größten Wichtigkeit ist, hierüber richtige Ansichten zu haben, so werden wir uns etwas länger dabei verweilen.

Wir haben bei den unorganischen Elementen und Kräften, und den Gesetzen, welchen sie gehorchen, gezeigt, daß zwar ihr Wesen uns unbekannt und die Untersuchung derselben sehr schwierig ist; daß wir aber dessen ungeachtet manche annehmbare Vermuthungen über die Art, wie die Elemente sich zur regelmäßigen Krystallform verbinden, so wie über die andern Eigenschaften der unbelebten Materie aufzustellen im Stande sind. Mit dieser Einsicht nun in die Natur der unorganischen Wirkungen und unsern sonstigen Kenntnissen, wollen wir einmal den einfachsten Pflanzen- oder Thierkörper untersuchen, seine Verrichtungen, Veränderungen, Modificationen und Eigenschaften genau betrachten, und uns dann ernstlich fragen, ob wir das, was wir sehen, auch nur annähernd erklären können. Allerdings besteht die Pflanze oder das Thier, das wir untersuchen, aus Kohle und Wasser und andern uns ebenso bekannten Theilen, und ist dem Einfluße der Wärme, des Lichtes, der Electricität und anderer unorganischer Potenzen unterworfen. Für sich aber, und außerhalb eines organischen Körpers sind diese Elemente

und Potenzen durchaus nicht im Stande, weder von sich selbst noch durch Zufall sich so zu verbinden, daß sie auch nur den einfachsten Pflanzen- oder Thierkörper bilden könnten. Müssen wir daraus nicht den Schluß ziehen, daß in der Pflanze oder im Thiere ein Princip oder eine Kraft liege, welche mächtiger ist als diejenigen, deren Wirkungen wir in der organischen Welt wahrnehmen; eine Kraft, die zugleich unter gewissen Einschränkungen das Vermögen besitzt, die Wirkungen dieser niedereren Kräfte zu leiten und zu bestimmen? Daß dieß ein natürlicher und richtiger Schluß ist, wird Niemand leugnen wollen, der alle Umstände ruhig betrachtet, und wenn die Existenz einer solchen Kraft zugegeben wird, so muß man auch die anderer zugestehen, denn eine einzige ist durchaus unzureichend, die unendliche Verschiedenheit unter den Pflanzen und Thieren zu erklären; deßhalb muß es, wie Paley sagt, viele solche Kräfte und viele Klassen derselben geben, oder mit andern Worten, eine Stufenleiter solcher Kräfte, von der Lebenskraft in der einfachsten Pflanze an bis zu der im vollkommensten Thiere.

Diese Vermuthung gibt uns eine allgemeine Uebersicht der organischen Wirkungen an die Hand; mit Rücksicht darauf wollen wir nun die Fähigkeiten und Wirkungsarten der organischen Kräfte etwas genauer untersuchen.

3) Von den Wirkungsarten der organischen Kräfte. Betrachten wir die organische Wirksamkeit zuerst von der negativen Seite, so ist zu bemerken, daß eine organische Kraft weder materielle Elemente hervorbringen, noch ein solches Element in ein anderes verwandeln kann. Unter einem Elemente verstehen wir hier einen Grundstoff, der nicht aus andern zusammengesetzt ist, und demnach unabhängig für sich besteht. Ob es ein oder mehrere solcher Elemente gebe, haben wir nun zu untersuchen. Neuere Entdeckungen in der Chemie haben gezeigt, daß viele Substanzen, die man früher als Elemente betrachtete, nur Zusammensetzungen sind, und da diese Wissenschaft stets im Fortschreiten begriffen ist, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß mit der Erweiterung ihrer Grenzen die Anzahl der bis jetzt für einfach gehaltenen Stoffe eine Verminderung erleiden wird. Nehmen wir

jedoch an, daß es Grundstoffe von einem solchen unveränderlichen Charakter gebe, so müssen wir jedenfalls der Natur der organischen Geschöpfe, wenigstens aller Thiere, das Vermögen absprechen, diese Grundstoffe hervorzubringen oder zu verwandeln. Kein organisches Geschöpf hat eine unabhängige Existenz, und alle Thiere haben ihren Unterhalt nur durch eine vorhergehende Organisation, was anders wäre, wenn sie ein schöpferisches Vermögen besäßen; auch können Thiere nicht durch alle Substanzen ohne Unterschied ernährt werden, wie dieß doch der Fall seyn müßte, wenn sie das Vermögen, ihre Elemente zu verwandeln, hätten. Da demnach die organischen Geschöpfe weder das eine noch das andere dieser Vermögen (die Worte in ihrem strengsten Sinne genommen) besitzen, so dürfen wir mit der größten Wahrscheinlichkeit annehmen, daß die organische Kraft in gewissem beschränktem Maße die Eigenschaft habe, viele bisher als Elemente angesehene Stoffe zusammenzusetzen und wieder zu zersetzen, und auf diese Weise diese sogenannten Elemente zu bilden und zu verwandeln. Es ist jedoch hier der Ort nicht, weiter auf diesen dunkeln Gegenstand einzugehen.

Die organische Kraft hat nicht die Fähigkeit, Elemente auf eine solche Art zu verbinden, daß die Eigenschaften der daraus entstehenden Zusammensetzung sich von denen einer Zusammensetzung aus den gleichen durch irgend eine andere Kraft auf ähnliche Weise verbundenen Elementen, unterscheiden würden. Vielmehr hat es der Gottheit gefallen, ihrer Macht Grenzen vorzuschreiben und gewisse Gesetze festzustellen, an welche sie sich immer strenge bindet, und „wenn“, wie Paley sagt, „ein besonderer Zweck erreicht werden soll, so geschieht dieß nicht dadurch, daß ein neues Gesetz aufgestellt oder die alten aufgehoben oder der Gelegenheit angepaßt und untergeordnet werden, sondern vermittelst eines Apparats, welcher diesen Gesetzen entspricht, und dem Bedürfnisse angemessen ist, das aus ihnen hervorgeht. So wird auch in unserem vorliegenden Falle der besondere Zweck des organischen Lebens nicht durch irgend eine Abweichung von dem großen Plane, sondern durch neue verschiedene Verbindungen erreicht. Wollten wir deßhalb annehmen,

die organische Kraft könne z. B. Sauerstoff und Wasserstoff ganz in demselben Verhältnisse und auf dieselbe Weise verbinden, wie sie verbunden sind, wenn sie Wasser bilden, und aus den so verbundenen Elementen doch etwas anderes als Wasser hervorbringen, so wäre dieß gegen alle Vernunft, und hieße in der That nichts anderes, als von der Gottheit glauben, sie kehre ihre Gesetze um und handle ihnen geradezu entgegen. Absichtlich haben wir uns bei diesen Punkten etwas länger verweilt, weil es scheint, es herrsche unter den Physiologen die unerwiesene Vorstellung, als haben die organischen Kräfte die Fähigkeit, nicht allein die unzertrennlichen und eigenthümlichen Eigenschaften der Körper zu verändern, sondern ebenso auch ganz andere Verbindungen hervorzubringen, als unter völlig gleichen Umständen von der unorganischen Kraft hervorgebracht werden. Sind aber unsere Beweise richtig, so ist diese Vorstellung durchaus unstatthaft, was sich noch mehr herausstellen wird, wenn wir jetzt zweitens die Grundsätze untersuchen, nach denen die Wirkungen in den lebendigen organischen Körpern wirklich vor sich gehen.

Die Mittel, durch welche die organischen Kräfte die ihnen vorgezeichneten Zwecke zu Stande bringen, sind von doppelter Art: nämlich theils solche, die von der Eigenthümlichkeit der Zusammensetzung und des Baues abhängen, theils solche, durch welche diese Eigenthümlichkeit hervorgebracht wird.

Was die erstere Art betrifft, so ist dieses Gegenstandes bereits im Vorhergehenden gedacht worden, weßhalb wir uns hier mit einer kurzen Wiederholung begnügen. Wir haben gesehen, daß die organischen Substanzen aus den nämlichen Elementen bestehen, wie die der unorganischen Welt, und daß sie alle dem Einflusse und der Wirksamkeit der unorganischen Natur unterworfen sind. Wir haben gesehen, daß die organischen Kräfte durch verschiedenartige Verbindung dieser Elemente gewisse ähnliche Stoffe bilden können, welche selbst in der einfachen Krystallform künstlich nicht nachgemacht werden können. Zugleich fanden wir, daß eben diese Stoffe, ungeachtet eines natürlichen Strebens zur Krystallform, doch, wie sie gewöhnlich in lebendigen Körpern vorkommen, diese Form nicht annehmen können, wegen der kleinen

Quantitäten verschiedener anderer Elemente, welche durch ihre Masse verbreitet sind, und deren Moleculen sich in einem gewissen Zustande der Thätigkeit befinden, wie dieses in ihrem natürlichen Zustande im Universum nicht der Fall ist, sondern nur in dieser Verbindung mit organischen Körpern. Zuletzt bemerkten wir, daß sich die Verschiedenheiten und Eigenthümlichkeiten der wahrnehmbaren chemischen Eigenschaften der organischen Substanzen wahrscheinlich aus den Verschiedenheiten und Eigenthümlichkeiten der genannten Elemente erklären lassen. Nachdem wir so die allgemeinen Differenzen in der Zusammensetzung der organischen Körper angedeutet, haben wir auch noch die dadurch bewirkten Verschiedenheiten in dem äußern Bau nachzuweisen. Obgleich im Grunde Gleichheit der Zusammensetzung nicht nothwendig auch Gleichheit im Bau zur Folge hat, so läßt sich doch aus der Gleichheit des Baues wohl ohne Ausnahme auf Gleichheit oder wenigstens Aehnlichkeit der Zusammensetzung und somit auch der Wirkungsart schließen. So ist die Faser in den Pflanzen immer aus dem sogenannten Lignin gebildet, nie aber aus Harz oder Eiweiß. Ebenso deutlich zeigt sich der Zusammenhang des Baus mit der chemischen Zusammensetzung in den Muskelfasern der Thiere und überhaupt in allen organischen Zusammensetzungen an einem bestimmten Charakter, indem die Zusammensetzung solcher Substanzen, ungeachtet der endlosen Mannigfaltigkeit in Nebendingen, doch im wesentlichen überall ganz dieselbe ist.

Die Mittel, durch welche jene Eigenthümlichkeit der Zusammensetzung und des Baues hervorgebracht wird, die bei allen organischen Substanzen so bemerkenswerth ist, sind, wie die Resultate selbst, durchaus eigenthümlich und haben wenig oder gar keine Aehnlichkeit mit irgend einem künstlichen chemischen Processe. So haben wir z. B. in der Chemie keine Gewalt über die einzelnen Moleculen, sondern müssen unsere Operationen gegen eine Masse richten, die aus einer unzählbaren Menge jener Theilchen besteht. Die organische Kraft dagegen ist, vermöge ihres durchdringenden Apparats, im Stande, auf jede einzelne Molecule besonders zu wirken und so, je nach-

dem es ihrem Zwecke gemäß ist, bald diese, bald jene Moleculen mit einander in Berührung zu bringen. Bei diesen Prozessen sind die so zusammengebrachten Moleculen, welche zugleich durch die organische Kraft von jedem fremden Einflusse frei erhalten werden, zufolge ihrer eigenen Verwandtschaften hinreichend zur Vereinigung mit einander geeignet, ohne daß sie hiezu neuer Eigenschaften bedürften. Demnach läßt sich die organische Kraft in ihrem einfachsten Zustande als ein Vermögen betrachten, gewisse unorganische Stoffe so zu bestimmen, daß dieselben einen Apparat bilden, durch welchen sie andere Stoffe zurichtet und organisirt, und so ihre weiteren Zwecke ausführt. Wo die Wirkungen dieser einfachen organischen Kraft aufhören, da können wir annehmen, daß eine andere wirksamere eintritt, welche, um den allgemeinen Prozeß der Organisation einen Schritt weiter zu führen, das organische Material für die Wirkungen einer dritten, noch höheren Kraft zurichtet. So besitzt jede neue Kraft mehr oder weniger Gewalt über alle Kräfte unter ihr und hat das Vermögen, sich ihre Dienste anzueignen, bis wir zuletzt auf der Spitze dieser Stufenleiter die Vollendung des organischen Lebens erblicken.

Diese Ansicht von der stufenweisen Schöpfung der organischen Kräfte, welche nicht allein mit den Erscheinungen der Geologie, sondern auch mit den unter den Pflanzen und Thieren bemerkbaren Unterschieden und der Entwicklung der vollkommeneren Arten zusammenstimmt, steht in geradem Widerspruche mit der Vorstellung einiger berühmter französischen Philosophen von einer selbstthätigen Entwicklung, sowie mit der Meinung, daß das Leben das Resultat der Organisation sei.

Wir haben gezeigt, daß sich die Gottheit in allen Fällen strenge an die Naturgesetze binde, welche eben deshalb innerhalb der ihnen bestimmten Gränzen unabänderlich fest stehen. Nun können wir nach unserer Kenntniß von diesen Gesetzen, oder von den Eigenschaften der Elemente der Materie, oder von den Kräften, die sie in Bewegung setzen, wie bereits bemerkt wurde, unmöglich glauben, daß sich Kohlenstoff, Wasser und Electricität von selbst und aus eigenem Vermögen so verbinden

können, daß sie auch nur den geringsten Pflanzen- oder Thierkörper hervorbrächten, geschweige das Bestehen desselben durch Reproduktion sicherten. Ebenso wenig können wir aus ähnlichen Gründen glauben, daß jemals eine solche selbstthätige Anordnung oder Verbindung der niederern organischen Kräfte zur Bildung einer höheren Statt finde; vielmehr ist, so oft eine neue specifische Kraft erfordert wird, auch ein neuer specifischer Schöpfungsakt von Seiten des großen Baumeisters der Welt erforderlich. Demnach halten wir es für durchaus unmöglich, daß durch irgend ein zufälliges Zusammentreffen von Umständen im Verlaufe der Zeit ein Hund nach und nach in einen Affen, oder ein Affe in einen Menschen verwandelt werde; — eine Hypothese, die nach unserem Dafürhalten nicht allein in geradem Widerspruche mit dem ganzen Wesen der Naturgesetze steht, sondern auch völlig ungereimt ist.

Dasselbe gilt von der Meinung, daß die Lebenskraft das Resultat der Organisation sei. Vielmehr ist sie die Ursache der letzteren, nicht deren Wirkung. Zur Erklärung der Lebenserscheinungen ist es durchaus nothwendig, die Existenz einer von der in den unorganischen Stoffen wirksamen völlig verschiedenen und höheren Kraft anzunehmen. Da sich nun, wie wir gesehen haben, keine niederern Kräfte zur Bildung einer höheren verbinden können, ist es da nicht vernünftiger und zugleich unserer Erfahrung gemäßer, anzunehmen, daß das höhere Prinzip durch eine neue Schöpfung hervorgebracht worden sey?

Betrachten wir die Natur und Zusammensetzung der organischen Körper, so ist das Erste, was unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt, die wunderbare Anpassung der Elemente und Kräfte der unorganischen und der organischen Natur an einander. Besäßen z. B. der Kohlenstoff, der Stickstoff und das Wasser andere Eigenschaften, so würden die organischen Kräfte, wie wir sie kennen, vergeblich da sein, und wiederum wären ohne die organischen Kräfte die Eigenschaften jener Elemente unnütz. Und wie wundervoll und unbegreiflich sind die Eigenschaften und Einrichtungen der organischen Prozesse!

Um uns einen Begriff von diesen Prozessen und ihren Wirkungen machen zu können, wollen wir uns die Frage vorlegen: wie muß ein Grundstoff beschaffen sein, welcher nicht allein in die härtesten und weichsten Körper in der Natur verwandelt werden, sondern zugleich auch einen wesentlichen Bestandtheil so ganz ungleicher Substanzen, wie Zucker, Essig, Holz, Oel, Eiweis u. dergl., in all ihren zahllosen Formen und Varietäten, bilden soll? Muß nicht all unser eingebildetes Wissen vor einer solchen Frage verstummen? Und wenn auch diese Frage für uns beantwortet ist und wir so genau und sorgfältig, als nur immer möglich, alle chemischen Eigenschaften des Kohlenstoffs — der Substanz, welche die Bedingungen der Frage erfüllt — erforscht haben; wie ganz unmöglich ist es uns, diese Eigenschaften zu erklären oder sie auch nur durch ihre einfachsten Modifikationen zu verfolgen? Warum ist z. B. der Diamant fähig, die Form der Kohle anzunehmen und umgekehrt? Und wie werden diese Eigenschaften in all den zahllosen Zuständen der Verbindung, die der Kohlenstoff bildet, verändert und modificirt? Von welcher Eigenschaft oder Qualität, die sich in andern Elementen nicht findet, hängen alle diese wunderbaren Modifikationen ab, die der Kohlenstoff hervorbringen kann? Und warum wurde der Kohlenstoff zur Bildung der organischen Geschöpfe gewählt und nicht Kiesel, oder Eisen oder irgend ein anderes Element? Auf alle diese Fragen haben wir keine Antwort; welche Vorstellung aber von jener unergründlichen Macht, welche die Elemente beherrscht, und von der Weisheit jenes Geistes, der sie alle kennt, der sie ausgedacht und erschaffen hat, müssen sie uns geben! Wie unendlich hoch über all unserem Denken steht sein Wissen; — wie weit über aller Berechnung seine Macht!

So höchst wunderbar müssen uns schon die Eigenschaften jener Grundstoffe erscheinen, noch wunderbarer aber sind die Kräfte in den organischen Körpern, durch welche sie regiert werden. Von dem Wesen dieser Kräfte haben wir freilich nicht die entfernteste Kenntniß, und werden sie auch schwerlich je bekommen. Jedoch können wir, wie bereits bemerkt wurde, die Gesetze, denen sie in ihrem Wirken gehorchen, bis zu einem gewissen

Punkte verfolgen: wir bemerken die beständige Anpassung derselben an die Eigenschaften des Kohlenstoffs, des Stickstoffs und des Wassers, auf die sie hauptsächlich einwirken; ihre Fähigkeit, innerhalb gewisser Gränzen unorganische Kräfte zu beherrschen und in Dienst zu nehmen, und vor allem jene geheimnißvolle Erscheinung der Entwicklung und Abnahme, welcher jedes organische Wesen unterworfen ist. Diese Thatsachen, die sich fortwährend unserem Auge darstellen, sind aus den Gesetzen, welchen die unorganischen Körper gehorchen, durchaus nicht zu erklären und müssen sonach auf eine Ordnung von Gesetzen bezogen werden, die für uns im Dunkeln liegen.

Wir können dieses Kapitel nicht schließen, ohne den Leser noch auf einen sehr bemerkenswerthen Kontrast in den zwei Klassen von Gegenständen, die wir gegenwärtig betrachten, aufmerksam zu machen. Die Anzahl und Verschiedenheit der organischen Kräfte erscheint unendlich; in ihrer Schöpfung hat der große Urheber der Natur seine Unendlichkeit geoffenbart. In der Schöpfung der materiellen Elemente aber, welche gleichsam das Gerüste der organischen Wesen bilden, hat er einen ganz entgegengesetzten Plan befolgt. Anstatt verschiedener Grundstoffe finden sich derselbe Kohlenstoff, derselbe Stickstoff, dasselbe Wasser in jedem lebenden Wesen von der niedrigsten Pflanze bis zum Menschen. Es ist schwer zu sagen, welches Wunder der Schöpfung das größere sei; wir haben aber oft gedacht, daß die Gottheit durch Anpassung eines so wenig versprechenden und widerstrebenden Stoffes, wie die Kohle, an eine so außerordentliche Mannigfaltigkeit von Veränderungen eine größere Macht an den Tag gelegt hat, als selbst durch die Schöpfnng des menschlichen Geistes. Ihm aber sind alle Dinge gleich leicht, und ohne Zweifel gibt er uns diese und andere Beweise seiner Allmacht, um uns die Wahrheit ans Herz zu legen — daß nur der Schöpfer des Geistes auch die Materie geschaffen haben kann, mit welcher jener verbunden ist!

Zweites Kapitel.

Von den Arten der Ernährung. Beschreibung des Ernährungsprozesses und der Nahrungsstoffe in der Pflanzen- und Thierwelt.

Die Erhaltung aller organischen Wesen beruht auf äußeren Mitteln, und ihr Nahrungsstoff, so wie die Art ihrer Ernährung sind äußerst verschieden. Die größte Verschiedenheit herrscht natürlich zwischen den Pflanzen und Thieren, sowohl in Bezug auf die Natur der Nahrungsstoffe als auch auf die Art und Weise ihrer Aufnahme. Wir betrachten deshalb unsern Gegenstand unter diesen zwei Abtheilungen.

Erster Abschnitt.

Von der Ernährungsart der Pflanzen und der Beschaffenheit ihrer Nahrungsstoffe.

Eine genauere Untersuchung der Anatomie und Physiologie der Pflanzen würde dem Zwecke unseres Werkes fremd sein. Um jedoch dem Leser die folgenden Untersuchungen verständlicher zu machen, ist es nöthig, einige Bemerkungen hierüber voranzuschicken.

„Betrachten wir die Erscheinungen der Pflanzenwelt,“ sagt Professor Lindley, „so muß uns die Einfachheit und Kunst des Mechanismus, von welchem das vegetabilische Leben abhängt, in Erstaunen setzen. Wenige Formen eines horizontal und perpendikular in einander geflochtenen Gewebes bilden einen Stengel; die Entwicklung des ersten von dem Keime getriebenen Schoßes zu Knospen, die nach demselben Plane wachsen, wie jener selbst, und eine beständige Wiederholung derselben Erscheinung verursacht eine Zunahme der Länge und Breite der Pflanze; die Ausbreitung der Rinde zu einem Blatt, in welches von dem Sitze

des Nahrungsstoffes in den neuen Schoß Adern auslaufen, das Einsaugen der Luft und die Ausdünstung des überflüssigen Wassers durch seine Poren, macht, daß die rohe Flüssigkeit, die von den Wurzeln heraufgesandt wird, verarbeitet und verdaut werden kann, bis sie die eigenthümliche Secretion der Species wird; die Zusammenziehung des Zweigs und seiner Blätter bildet eine Blume; die Unvollständigkeit des innern Gewebes eines Blumenblattes bildet eine Staubkolbe; das sich einwärts Falten eines Blatts ist hinreichend zur Bildung eines Pistills, und endlich das sich Anfüllen des Pistills mit Flüssigkeit, welche es nicht aussondern kann, verursacht die Erzeugung der Frucht."

Die rohe Flüßigkeit, welche von den Wurzeln der Pflanzen aus in den Stengel getrieben wird und nun Saft heißt, besteht nach den Untersuchungen der Chemiker aus Wasser, Schleim und Zucker, nebst einigen geringen Theilen anderer, hauptsächlich salziger Stoffe. Obgleich unter gewissen Umständen von den Blättern aller Pflanzen Feuchtigkeit eingeschluckt wird, so kann doch nicht bezweifelt werden, daß ihnen ein großer Theil ihrer Nahrung durch die Wurzel zukommt; jedoch nicht durch die ganze Wurzel ohne Unterschied, sondern hauptsächlich durch die kleinen Wurzelfibern, die man deshalb Saugadern nennt. Diese sind im vegetabilischen Haushalte von der größten Wichtigkeit und müssen bei der Versetzung sorgfältig in Acht genommen werden, wenn die Pflanze nicht verderben soll. In einigen Fällen scheinen die Wurzeln als Nahrungsbehälter zur Entstehung der Vegetation des nächsten Jahres zu dienen. Solche Wurzeln finden sich in den Familien der Orchis und Dahlia und in andern. Es scheint jetzt zur Genüge dargethan zu sein, daß die Wurzeln aller Pflanzen nicht blos Nahrung einsaugen, sondern auch manche Stoffe von sich geben, die wie eine Art von Unrath zu betrachten sind. Deshalb wollen manche Pflanzen da nicht gut fortkommen, wo gewisse andere Pflanzenarten wachsen oder gewachsen sind, weil sie die Stoffe nicht vertragen können, welche diese Pflanzen aus ihrer Wurzel ausscheiden. Dieß ist der Grund, warum

ein Boden mit der Zeit durch eine Pflanzenart so verdorben wird, daß keine andern mehr darin fortkommen, weshalb es nöthig ist, mit der Aussaat abzuwechseln.

Der Hauptbestandtheil des Pflanzensaftes ist, wie bereits bemerkt wurde, Wasser. Die Menge des Safts ist in einigen Pflanzen beinahe unbegreiflich, und nicht minder unbegreiflich ist die Kraft, womit dieser Saft, bei annähernder Frühlingswärme oder in den heißen Zonen beim Beginn der Regenzeit, aufwärts getrieben wird. Die allgemeine Zusammensetzung des Saftes ist nach den verschiedenen Theilen der Pflanze sehr verschieden. Der in der Wurzel z. B. ist wenig mehr, als Wasser, während man findet, daß die Menge des Zuckerstoffs sowie auch anderer Stoffe zunimmt, je höher der Saft am Stamme genommen wird. Wenn er anfängt, in den Stamm zu schießen, so fangen zugleich die Blätter an, sich zu entwickeln. Aus diesen vorzüglich dunsten die wässerigen Theile des Saftes aus und zwar fortdauernd und in beträchtlicher Menge. Die festeren Stoffe bleiben so in einem geringeren Verhältniß von Wasser aufgelöst zurück und nachdem mit ihnen, wohl hauptsächlich in den Blättern, weitere Veränderungen vorgegangen sind, werden sie mit dem zurückgebliebenen Wasser zurückgeführt, und in andern Theilen der Pflanze zu künftiger Verwendung abgesetzt. Es scheint nun allgemein angenommen zu sein, daß ein Theil der Pflanzennahrung der aus dem Boden gezogene Stoff ist, welcher mit dem wässerigen Theile des Saftes aufgenommen wird. Auch das scheint ausgemacht, daß kohlensaures Gas gewissermaßen unentbehrlich zur Vegetation ist; denn man mag Pflanzen nähren, wie man will, sie werden weder wachsen, noch fortleben, wenn man sie auch dem Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff oder irgend einer andern Gas- oder Luftart aussetzt, wofern nicht Kohlensäure dabei ist. Gleich den andern Nahrungsstoffen wird auch diese zum Theil von den Wurzeln aufgenommen, unter gewissen Umständen aber auch aus der Luft, durch die Blätter, eingesaugt. Die Umstände, unter denen diese Einsaugung oder vielmehr

Zersetzung der Kohlensäure durch die Blätter vor sich geht, sind sehr interessant und wichtig.

Den Tag über, besonders beim Sonnenscheine, haben die Blätter der Pflanzen das Vermögen, die Kohlensäure aus der Atmosphäre einzusaugen. Diese, und vielleicht auch etwas Sauerstoff, verbindet sich mit der Pflanze, während der größere Theil des letzteren gasförmig in der Luft bleibt. Bei Nacht aber, oder im Dunkeln, verwandeln sie einen Theil des Sauerstoffgases der Luft in Kohlensäuregas; die Quantität des so verwandelten Sauerstoffs ist jedoch geringer, als die des Sauerstoffs, der aus dem Kohlensäuregas abgesondert wird, das die Pflanzen unter dem Einflusse des Sonnenlichtes zersetzen. Mit dieser Bildung von kohlensaurem Gas während der Nacht sollen die Pflanzen zugleich auch einen gewissen Theil Sauerstoff einsaugen, um den am Tage beim Sonnenscheine ausgedunsteten wieder zu ersetzen. Je länger die Pflanzen den Einfluß des Lichtes genießen, um so mehr Kohlenstoff nehmen sie aus der Luft auf, und je kürzer die Nacht ist, um so weniger geben sie an die Luft zurück. Dieß ist wohl auch ein Grund, warum unter den Polarbreiten das Wachsthum der Pflanzen mit so außerordentlicher Schnelligkeit vor sich geht. Vermöge einer schönen Vorsorge der Natur durchläuft dort das Pflanzenleben in dem kurzen, aber von stetem Lichte erhellten Sommer von wenigen Wochen dieselbe Reihe von Veränderungen, wozu es in wärmeren Klimaten mehrere Monate bedarf.

Die Erscheinungen der Einsaugung und Absonderung des Gases in den Blättern der Pflanzen scheinen durch einen besonders organisirten Theil des Blattes, der unmittelbar unter seiner äußern Haut oder Epidermis liegt, hervorgebracht zu werden. Professor Burnet hat diese Erscheinungen kürzlich erklärt, indem er sie auf die Respiration und Verdauung der Pflanzen zurückführte. Der Respirationsproceß ist nach ihm ein fortwährender und wie bei den Thieren mit der Bildung und Ausstoßung von Kohlensäuregas verbunden. Der Verdauungsproceß dagegen findet nur Statt, so lange die Pflanze dem Sonnenlichte ausgesetzt ist und besteht in der Zersetzung des kohlensauren Gases der

Luft und der Einsaugung des Kohlenstoffes aus der zersetzten Säure. Demgemäß reinigt eine Pflanze unter dem Einflusse des Sonnenlichtes die Luft durch Auflösung der Kohlensäure und Aneignung des Kohlenstoffs, während im Dunkeln der Verdauungsproceß der Pflanzen aufhört, die Respiration aber unausgesetzt fortgeht, so daß in der sie umgebenden Luft eine Menge Kohlensäuregas abgesetzt wird.

Was die besonderen Grundstoffe der Pflanzen betrifft, so sind diese so zahlreich, als die einzelnen Pflanzen selbst, so daß es durchaus unmöglich wäre, sie hier genauer durchzugehen. Im Allgemeinen lassen sie sich in drei große Klassen theilen: 1) in solche, die durch Verbindung des Wasserstoffs und Sauerstoffs, in denselben Verhältnissen, welche Wasser bilden, entstehen, wie die Klasse der *zuckerstoffhaltigen* Körper, die in einem frühern Kapitel beschrieben worden sind; 2) solche, in denen der Wasserstoff, oder vielmehr Kohlenstoff und Wasserstoff, vorherrscht, die überhaupt einen mehr oder weniger *öligen* Charakter haben, und endlich 3) solche, in denen der Sauerstoff vorherrscht, und die in der Regel von *säuerlichem* Charakter sind. Außer diesen drei Klassen vegetabilischer Stoffe gibt es noch einige stickstoffhaltige und vielleicht noch andere. Manche haben auch schwache alkalische Kräfte, wie z. B. die besondern Grundstoffe des Opiums und anderer narkotischer Substanzen, auch der Cinchona, und noch viele andere, welche hauptsächlich in der Arzneiwissenschaft angewandt werden.

Zweiter Abschnitt.

Von der Ernährungsart der Thiere und der Beschaffenheit ihrer Nahrungsstoffe.

Für Geschöpfe, wie die Thiere, welche das Vermögen besitzen, den Ort zu verändern, wäre das Einsaugen ihrer Nahrung von außen überaus lästig. Deshalb sind sie noch mit einem Behältnisse und einem eigenen Apparate für die Nahrung

versehen, wohin dieselbe, wie Neigung oder Umstände sie ihnen bieten mögen, von Zeit zu Zeit gebracht wird, und woraus sie nach einigen Veränderungen, welche mit ihr vorgehen, eingesaugt und durch den Körper, nach den Bedürfnissen desselben, vertheilt wird. Dieß begründet folgenden Unterschied zwischen den Pflanzen und Thieren: — die Pflanzen saugen ihre Nahrung durch äußere, die Thiere durch innere Wurzeln oder Saugadern ein. Wir haben kaum nöthig, zu bemerken, daß der Magen und der Darmkanal mit ihrem Zubehör der innere Apparat sind, den wir meinen, und daß derselbe einen wesentlichen Unterschied zwischen den Pflanzen und Thieren ausmacht.

1) Von den Verdauungswerkzeugen der Thiere. In der Bildung der Nahrungswerkzeuge herrscht unter den verschiedenen Klassen der Thiere eine beinahe endlose Verschiedenheit, und da diese sich nicht blos auf die Bildung jener an sich, sondern auch auf ihren Hilfsapparat und alles, was damit zusammenhängt, bezieht, so würde eine genauere Beschreibung des Ernährungssystems für jetzt ganz unpassend sein. Im Allgemeinen besteht der Darmkanal der höheren Thierklassen aus einer mehr oder minder langen Röhre, die an einigen Stellen etwas ausgedehnter ist und sich an dem einen Ende mit dem Munde, in welchen die Nahrung aufgenommen wird, am andern mit einer Vorrichtung zur Entfernung der auszuwerfenden Stoffe schließt. Bei einigen unvollkommneren Thieren hat er nur eine einzige Oeffnung und ist dann mehr eine Art Sack, als eine Röhre. Bei sehr wenigen anderen hat er unzählige Oeffnungen. In allen Fällen jedoch werden die Nahrungsstoffe, sie mögen bestehen, aus was sie wollen, nachdem sie eine Zeitlang in den Ernährungsorganen aufbewahrt worden sind, in einen mehr oder minder flüssigen Zustand gebracht, d. h. im gewöhnlichen Sinne des Wortes, verdaut und in den sogenannten Chymus oder Nahrungsbrei verwandelt. Die nahrhaftern Theile des letzteren, oder der sogenannte Chylus oder Milchsaft, werden dann eingesaugt, während die unauflösbaren und unbrauchbaren Stoffe als Unrath ausgeworfen werden.

Wir haben bereits der großen Verschiedenheit in der Form und Einrichtung des Darmkanals unter den verschiedenen Thierklassen gedacht. Einige der bemerkenswerthesten dieser Verschiedenheiten unter den vollkommneren Thieren sollen bei der folgenden Darstellung des Darmkanals, wie er sich im menschlichen Körper findet, gelegentlich angeführt werden.

Von der Mundhöhle und ihren Organen. — „In keinem künstlichen Apparate", sagt Paley, „findet sich ein so mannigfacher Nutzen vereinigt, als in dem natürlichen Organismus des menschlichen Mundes." „In dieser kleinen Höhlung haben wir Zähne von verschiedener Gestalt, — einmal zum Beißen, und dann zum Zermalmen; Muskeln, die zum Behufe der halb horizontalen, halb vertikalen Bewegung des untern Kinnbackens, durch welche die Mühle in Gang gesetzt wird, höchst kunstvoll eingerichtet sind; Speichelquellen, die in den verschiedenen Seiten der Höhle hervorspringen, um die Nahrung während des Kauens anzufeuchten; Drüsen, welche die Quellen mit Feuchtigkeit versorgen; eine Muskulareinrichtung von sehr eigenthümlicher Art in dem hintern Theile der Höhlung, um die verarbeitete Nahrung in die Speiseröhre und in vielen Fällen durch dieselbe hindurchzuleiten." „In der nämlichen Höhlung geht zu gleicher Zeit ein von dem obigen ganz verschiedenes Geschäft vor — das Athmen und das Reden. Deshalb haben wir noch eine Röhre, die aus dieser Höhlung in die Lungen führt und ausschließlich nur Luft einläßt; wir haben Muskeln, einige im Kehlkopf und unzählige in der Zunge, um diese Luft bei ihrem Durchgange moduliren zu können, und zwar mit einer Mannigfaltigkeit, einem Umfange und einer Präcision, deren kein musikalisches Instrument fähig ist. Endlich haben wir noch den natürlichen Instinkt, den geistigeren Theil von dem mechanischen zu trennen und zu verhindern, daß sich die eine Reihe von Thätigkeiten mit der andern vermischt." „Der Mund, der alle diese Zwecke erfüllt, ist eine einzige Höhle, eine Maschine, in welcher die einzelnen Theile weder zu überhäuft, noch zu beschränkt sind, und keiner von den übrigen gehindert wird." Dieß ist Paley's Beschreibung des menschlichen Mundes und seiner Organe, die wir hier vollständig angeführt

haben, weil sie uns als Text zu den folgenden Erläuterungen dienen soll.

Man hat die Bemerkung gemacht, daß der Mensch sich durch die Bildung seines unteren Kinnbackens mehr vom Thiere unterscheidet, als durch die irgend eines andern Knochens seines Körpers. Diese Verschiedenheit besteht hauptsächlich in der Hervorragung des Kinns, dieser eigenthümlichen Auszeichnung des menschlichen Angesichts, welche mehr oder weniger jede Menschenrace unterscheidet und sich durchaus bei keinem Thiere findet. Ebenso herrscht hinsichtlich der Bildung des unteren Kinnbackens eine auffallende Verschiedenheit unter den Klassen der Thiere selbst, indem dieselbe in allen Fällen der Beschaffenheit der Nahrung des Thieres genau angepaßt ist. So ist in den Klassen der fleischfressenden Thiere der Kinnbacken so gebildet, daß er sich nur auf und abwärts bewegen kann, und jener Seitenbewegung, die wesentlich zum wahren Kauen gehört, fast ganz unfähig ist. Deshalb beißen und zerreißen solche Thiere ihre Nahrung und verschlingen sie in großen Stücken. Diejenigen Thiere aber, welche von Pflanzen leben, haben neben der vertikalen Bewegung des unteren Kinnbackens noch das Vermögen, denselben vor und rückwärts oder nach beiden Seiten zu bewegen, so daß eine Art Reibung entsteht, die bewunderungswürdig geeignet ist, die vegetabilischen Stoffe, von denen sie sich nähren, zu zermalmen.

Zunächst nehmen die Zähne unsere Aufmerksamkeit in Anspruch, welche der Natur des Thiers eben so angepaßt sind, als der Kinnbacken, in welchem sie sitzen. Man theilt die Zähne in drei Klassen: — in Schneidezähne (incisores) vorne im Mund; Hunds- oder Eckzähne (cuspidati), gewöhnlich an den Ecken des Kinnbackens; Backenzähne (molares), welche stets die Seiten und den hintern Theil des Kinnbackens einnehmen. Beim Menschen und denjenigen Thieren, die ihm in ihrem Bau am nächsten stehen, finden sich alle drei Klassen. Vielen Arten aber fehlt die eine oder die andere, während zugleich bei ihnen die nämlichen Zähne in Form und Größe denen des Menschen sehr unähnlich sind. So sind bei denjenigen Thieren,

welche hauptsächlich von den härteren vegetabilischen Stoffen leben und von der besondern Art, sich Nahrung zu verschaffen, Nagethiere heißen, die Schneidezähne am auffallendsten entwickelt, da ihnen diese am nöthigsten und für ihre Gewohnheiten am passendsten sind. Auf der andern Seite sind bei den fleischfressenden Thieren die Hundszähne von besonderer Wichtigkeit, da diese sie in den Stand setzen, ihre Beute zu ergreifen und fest zu halten; deshalb sind bei ihnen diese Zähne am vollkommensten ausgebildet. Was zuletzt die von Gras und andern ähnlichen Stoffen lebenden Thiere betrifft, so haben bei ihnen die Backenzähne die größte Breite, weil jene Stoffe ein langes und vollständiges Kauen erfordern; auch fehlen bei manchen dieser Thiere die Schneide- und Hundszähne ganz. Außer der Gestalt der Zähne ist auch ihre Glasur je nach ihren besondern Zwecken auf eine bewunderungswürdige Weise über und durch ihre Textur vertheilt. Solche Einzelnheiten gehören jedoch in die Physiologie, deren Gebiet wir nicht länger beeinträchtigen wollen. Aber auch schon die oberflächlichste Betrachtung der Zähne muß uns mit Bewunderung der vollkommenen Zweckmäßigkeit, die sich in ihrem ganzen Bau an den Tag legt, erfüllen.

Die nächsten Organe des Mundes sind die Speicheldrüsen, in denen wir dieselbe weise Anordnung, wie in der Gestalt und dem Bau der Zähne, wahrnehmen. Obgleich beim Menschen die Vorrichtung für die Absonderung des Speichels wenig Raum einnimmt, so ist doch die Menge der Flüssigkeit, welche die Speicheldrüsen abgeben können und während des Kauens wirklich abgeben, sehr beträchtlich und beträgt oft gegen ein halbes Nössel und darüber. Im gesunden Zustande ist diese Flüssigkeit weder sauer noch alkalinisch, oder das letztere nur in geringem Grade; zuweilen jedoch nimmt sie einen säuerlichen Charakter an. Außer dem großen Nutzen des Speichels in Befeuchtung der Speisen ist er ohne Zweifel auch bei dem nachfolgenden Verdauungsproceß thätig und selbst nothwendig dazu. Durch eine schöne Anordnung haben diejenigen Thiere, welche ihre Nahrung nicht kauen, wie die fleischfressenden, sehr kleine Spei-

chelbrüsen, während bei denjenigen, deren Nahrung lange gekaut werden muß, wie bei den Wiederkäuern, z. B. der Kuh und dem Schaafe, die Speichelbrüsen sehr groß sind.

Der Kanal, durch welchen die gekauten Speisen vom Munde in den Magen gelangen, heißt die Speiseröhre (œsophagus). Auch diese ist für ihren Zweck bewunderungswürdig eingerichtet und bei den verschiedenen Thieren je nach ihren Gewohnheiten in Form und Größe verschieden.

Das wichtigste unter den Verdauungswerkzeugen ist der Magen. Beim Menschen ist derselbe ein großer häutiger Sack, dessen Gestalt sich aber nicht leicht beschreiben läßt. Denken wir uns zwei an ihrer Basis vereinigte Kegel, die mit einander einen Halbkreis bilden, so können wir uns etwa eine Vorstellung von der äußeren Form des menschlichen Magens machen. Seine Größe ist nach den Lebensaltern verschieden; bei Erwachsenen hält er in der Regel gegen zwei bis drei Nössel. Er liegt gleich unter dem Zwerchfelle, verändert jedoch seine Lage etwas, je nachdem er leerer oder voller ist. Im Allgemeinen ist diese horizontal, wenn der Körper aufrecht steht; der linke Magenmund oder die Eingangsöffnung (cardia), welche mit der Speiseröhre zusammenhängt, liegt ein wenig höher, als der rechte oder der Pförtner (pylorus), durch welchen die Nahrung zu weiteren Theilen des Darmkanals fortgeführt wird. Der obere Raum zwischen den zwei Oeffnungen heißt gewöhnlich die kleine, der untere die große Krümmung des Magens. Die innere Fläche des Magens ist, besonders in der Nähe des Pförtners, mit zahlreichen Drüsen versehen, durch welche eine im Verdauungsprocesse sehr wichtige Flüssigkeit abgesondert wird, die wir weiter unten ausführlicher beschreiben werden.

Dieß ist die Beschaffenheit des menschlichen Magens; bei den Thieren ist seine Gestalt und Größe je nach der Beschaffenheit ihrer Nahrung und anderen Umständen sehr verschieden. Wir bemerken hier nur zwei oder drei der bemerkenswerthesten Unterschiede. Bei den meisten fleischfressenden Thieren gleicht der Magen ziemlich dem menschlichen. Dieß ist auch, wenigstens äußerlich, der Fall bei gewissen grasfressenden, z. B. dem

Pferde, dem Kaninchen und andern. Die innere Einrichtung ist jedoch verschieden. So ist bei den eben erwähnten Thieren die linke Hälfte des Magens mit Häuten überzogen, während die andere gegen den Pförtner zu die gewöhnliche rauhe, Saft absondernde Fläche hat. Demnach haben diese beiden Theile des Magens ein ganz verschiedenes Geschäft und enthalten gewöhnlich Nahrung in sehr verschiedenen Zuständen. Die verwickeltsten und künstlichsten Einrichtungen aber, sowohl hinsichtlich des Baus der verschiedenen Theile, als auch der sie bekleidenden Häute, finden sich in den bekannten vier Mägen der Wiederkäuer mit gespaltenen Hufen, wie z. B. bei der Kuh und beim Schaafe. Der erste Magen heißt der Wanst und ist im erwachsenen Thiere bei weitem der größte; der zweite läßt sich als ein kugelförmiger Anhang zu dem ersten betrachten, von dem er sich hauptsächlich durch die regelmäßige und schöne Eintheilung seiner innern Haut in vieleckige Zellen unterscheidet. Der dritte ist der kleinste und in Hinsicht seines Baus der merkwürdigste der vier Mägen; sein Raum wird durch zahlreiche und breite Falten der inneren Haut, welche der Länge nach geordnet sind und regelmäßig in der Breite abwechseln, bedeutend vermindert. Der vierte Magen endlich ist seiner Gestalt nach dem Wanste am ähnlichsten und mit einer rauhen Haut bekleidet, ähnlich der im menschlichen Magen, dem dieser vierte entspricht. Die vorhergehenden haben augenscheinlich den Zweck, die thierische Nahrung für den wirklichen Verdauungsproceß, der in diesem letzten Magen vorgeht, vorzubereiten. Jedermann weiß, daß Thiere mit der oben beschriebenen Einrichtung des Magens wiederkauen, d. h. das Vermögen besitzen, die Speise, die sie verschlungen und in ihrem ersten Magen aufbewahrt haben, zum zweitenmale und zwar nach Willkühr zu kauen. Die Art, wie dieses Wiederkauen vor sich geht, hängt mit der bereits erwähnten eigenthümlichen Einrichtung der vier Mägen, so wie der Speiseröhre, zusammen und ist bewundernswürdig. Die einzige noch zu erwähnende Verschiedenheit im Bau des Magens betrifft den einiger Vögel, z. B. des gemeinen Geflügels. Dieses, so wie manche demselben ähnliche Vögel, hat eine Art Vormagen, Kropf

genannt, der durch eine Erweiterung der Speiseröhre gebildet wird. Hier werden die harten Körner und andere feste Stoffe, welche sie fressen, erweicht und vielleicht noch weiter verändert, ehe sie in den eigentlichen Magen kommen. Dieser besteht aus einem hohlen Muskel von großer Stärke, der mit einer festen und dichten runzeligen Haut bekleidet ist, welche zur Zerreibung der harten Nahrungsstoffe dieser Thiere sich vorzüglich eignet. Auch scheinen die kleinen Steinchen, welche die Vögel verschlucken, bei diesem Processe mitzuwirken.

Wir haben es versucht, den Bau des thierischen Magens kurz zu beschreiben, nicht allein um dem allgemeinen Leser eine schwache Vorstellung von der Zweckmäßigkeit, die sich in seinem Bau ausspricht, zu geben, sondern auch zum besseren Verständnisse des Folgenden, in welchem wir den Einfluß desselben auf die Verdauung näher zu betrachten haben.

Das nächste, was unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt, ist der eigentliche Darmkanal. Beim Menschen und den vollkommeneren Thieren hat derselbe zwei deutlich unterschiedene Formen, gewöhnlich die dünnen und die dicken Gedärme genannt. Bei den meisten dem Menschen ähnlichen Thieren sind die ersteren die längsten, und ihre innere Fläche ist rauh. Die Häute der letzteren sind dicker und besonders die innere sehr selten rauh. Das erste Stück der dünnen Gedärme, von ihrer beim Menschen angenommenen Länge der Zwölffingerdarm (duodenum) genannt, geht vom Pförtner aus und hat bei vielen Thieren einen ziemlich verwickelten und schwer zu beschreibenden Lauf. An ihn schließt sich das zweite Stück der dünnen Gedärme, der Leerdarm (jejunum) an, so genannt, weil er in der Regel leer ist. Der Zwölffingerdarm sitzt unbeweglich in dem hintern Theile der Bauchhöhle fest und unterscheidet sich durch diese feste Lage von dem Magen und andern Theilen des Darmkanals, welche etwas lose sind und ihre Lage leicht verändern. Diese Lage des Zwölffingerdarms scheint unter anderen Zwecken auch den zu haben, daß die Galle und die Flüssigkeiten der großen Bauchdrüse, welche in diesen Theil des Kanals sich ergießen, einen leichten und regelmäßigen Aus-

fluß haben. Da die Organe, welche diese wichtigen Flüssigkeiten erzeugen, fest sind, so müssen natürlich ihre Ausführungsgänge ebenfalls mit einem festen Organe zusammenhängen, sonst würde ihr Abfluß aus den sie erzeugenden Organen in den Darmkanal beständig einer Unterbrechung ausgesetzt sein. Der Zwölffingerdarm ist sehr fein organisirt, und seine Verrichtungen sind vielleicht eben so wichtig, als die des Magens. Der Rest der dünnen Gedärme zerfällt in den bereits erwähnten Leerdarm und den Krummdarm (ilium); es läßt sich jedoch nicht genau angeben, wo der eine aufhört und der andere anfängt, auch ist die Verschiedenheit im Bau nicht so bedeutend, daß sie besonders erwähnt zu werden verdiente.

Die dicken Gedärme sind weiter, als die dünnen, aber beträchtlich kürzer; auch ist ihre Form, so wie ihr Bau verschieden. Das erste Stück derselben heißt der Blinddarm (cœcum) und läßt sich, wenigstens beim Menschen, als der Kopf oder der Anfang des nächsten Stücks, Grimmdarm (colon) genannt, betrachten. Der letztere ist weiter, als irgend ein anderer Theil des Darmkanals und bildet fast die ganze Länge der dicken Eingeweide. Er beginnt tief unten auf der rechten Seite des Unterleibs, steigt dann bis zu der Höhe des Magens herauf und läuft unmittelbar unter diesem auf die linke Seite herüber. Hier steigt er wieder abwärts und bildet zugleich die sogenannte ςförmige Krümmung, bis er zuletzt in den Mastdarm (intestinum rectum) ausläuft. Der Grimmdarm ist das dickste Stück des Darmkanals und hat einen eigenthümlichen Organismus, der den Zwecken, welche er im Thiere zu erfüllen hat, auf eine wundervolle Weise angepaßt ist.

Dieß ist eine kurze Beschreibung des Darmkanals im Menschen. Wir betrachten nun einige der bemerkenswertheren Verschiedenheiten bei den niedrigeren Thierklassen.

Eine der auffallendsten Verschiedenheiten findet in der Länge dieses Kanals Statt. Beim Menschen und andern allesfressenden Thieren hält derselbe die Mitte zwischen seiner Länge bei fleischfressenden und bei grasfressenden Thieren. Beim Menschen beträgt sie ungefähr sechs- oder siebenmal die Länge des Körpers,

während sie bei den fleischfressenden Thieren nur ungefähr drei- bis fünfmal die Länge des Körpers ausmacht und bei manchen grasfressenden, wie z. B. beim Schaafe das Siebenundzwanzigfache dieser Länge. Bei andern grasfressenden Thieren ist die Speiseröhre zwölf- bis sechzehnmal so lang, als ihr Körper. Bei den meisten Vögeln ist sie viel kürzer, als bei den vierfüßigen Thieren, indem ihre Länge im Allgemeinen das Doppelte bis Fünffache ihres Körpers beträgt, während sie bei manchen Reptilien und Fischen kaum die des Körpers übersteigt, ja bei einigen Fischen, wie z. B. beim Hai, sogar geringer ist. Es gibt jedoch auch pflanzenfressende Thiere, bei welchen die Speiseröhre nicht so lang ist, als in den oben erwähnten Fällen, und bei denen augenscheinlich die Breite derselben die Länge ersetzen muß. So ist beim Pferde der Magen einfach und für die Größe des Thiers nicht sehr entwickelt, auch haben die Gedärme keine bedeutende Länge, dagegen sind der Blinddarm und die dicken Gedärme ungemein weit. Der Blinddarm des Pferdes scheint in Manchem die Verrichtungen eines zweiten Magens zu versehen und kann auch völlig eben so viel fassen. Es gibt noch viele andere schöne Einrichtungen in den Verdauungsorganen der Thiere, die wir jedoch hier nicht erwähnen können, da wir dem Leser nur das allgemeine Verhältniß zwischen dem Bau der Thiere und ihrer Nahrungsstoffe auseinander setzen wollen.

Zum Schlusse dieser kurzen Beschreibung der Verdauungswerkzeuge haben wir noch einige Bemerkungen über die dabei mitwirkenden Organe — die Leber, die Bauchdrüse und die Milz beizufügen.

Die Leber ist die größte Drüse des Körpers, und eine ihrer wichtigsten Verrichtungen ist die Absonderung der Galle, die, wie oben erwähnt wurde, nahe am Anfange des Zwöffingerdarms in den Darmkanal einfließt. Die allgemeine Lage der menschlichen Leber ist im oberen Theile des Unterleibs unter den Rippen der rechten Seite, von wo sie sich mehr oder weniger nach der Gegend des Magens und zuweilen selbst auf die linke Seite herüber zieht. Ihre Gestalt und ihr Aussehen ist bekannt und

erfordert keine weitere Beschreibung. Beim Menschen und den meisten Thieren wird die Galle in ein kleines häutiges Gefäß der Leber, Gallenblase genannt, gesammelt. Diejenigen Thiere, denen diese Blase fehlt, gehören meistens zu den pflanzenfressenden, wie z. B. unter den vierfüßigen das Pferd und die Ziege, unter den Vögeln die Taube und der Papagei. Dagegen haben die meisten Amphibien eine Gallenblase, weiter hinab aber nur wenige Thiere. Die Leber ist bei den verschiedenen Thereni ihrer Form nach sehr verschieden. Bei manchen, und besonders bei fleischfressenden Thieren, ist sie mehr getheilt, als beim Menschen, während sie bei wiederkäuenden Thieren, und eben so beim Pferde, beim Schweine und andern nicht mehr Abtheilungen hat, als beim Menschen. Die Leber der Vögel besteht aus zwei gleich großen Lappen.

Das Pankreas oder die Bauchdrüse ist eine große längliche Drüse, welche im menschlichen Körper seitwärts vom Magen und zum Theil hinter demselben, zwischen der Leber und der Milz liegt. Sie besteht aus vielen kleinen Drüsen, deren Gänge zusammenlaufen und den pankreatischen Gang bilden. Beim Menschen verbindet sich dieser mit dem Ausführungsgange der Galle bei seiner Einmündung in den Zwölffingerdarm, deshalb vermischt sich die eigenthümliche Flüssigkeit des Pankreas zuvor mit der Galle, ehe sie in diesen Darm sich ergießt. Bei den Thieren hat das Pankreas, wie die Leber, eine sehr verschiedene Form, auch mündet zuweilen sein Gang, statt sich zuvor mit dem Ausführungsgange der Galle zu verbinden, abgesondert in den Darmkanal, wie bei dem Hasen und andern Thieren. Bei den Fischen fehlt das Pankreas ganz, es scheinen jedoch die Anhängsel des Blinddarms eine ähnliche Verrichtung zu haben. Die Beschaffenheit der pankreatischen Flüssigkeit werden wir später betrachten.

Die menschliche Milz liegt in der oberen linken Seite des Unterleibs. Sie hat eine länglich runde Gestalt und eine dunkle Maulbeerfarbe, die am meisten der Farbe der Leber gleicht. Die Milz hat keinen Abführungsgang und man kennt ihre eigentliche Bestimmung noch nicht recht. Bei den unvollkommeneren Thieren ist sie viel kleiner als bei denjenigen, deren Bau sich mehr dem

menschlichen nähert; und wo mehr als Ein Magen vorhanden ist, hängt sie stets mit dem ersten zusammen. Auch ihre Lage ist bei den unvollkommeneren Thieren verschieden. So liegt z. B. die Milz des Frosches im Gekröse.

Wir haben nun noch den besonderen Blutumlauf in den Eingeweiden des Unterleibs, so wie den Charakter und die Thätigkeit desjenigen Theils des Nervensystems, der mit dem Verdauungs- und Assimilationsprocesse der Thiere zusammenhängt, kurz zu beschreiben.

Bei dem allgemeinen Umlaufe des Bluts durch einen thierischen Körper ist eine große Pulsader oder Arterie thätig, die vom Herzen ausläuft und, je weiter sie sich davon entfernt, immer enger und feiner wird, wie die Aeste eines Baumes, bis sie endlich in kleine unsichtbare Haarröhren ausläuft. In diesem Zustande nehmen die Arterien den Charakter von Venen an, die jetzt umgekehrt sich immer mehr erweitern und zu immer größeren Aesten zusammentreten, bis sie zuletzt einen oder zwei Hauptstämme bilden, welche das Blut zum Herzen zurückführen und zwar auf der dem Ausströmen desselben entgegengesetzten Seite. Dieß ist die Circulation des Bluts durch den Körper überhaupt; die durch die Lungen ist lediglich eine Wiederholung desselben Vorgangs. Demnach läuft das Blut in den Arterien von den größeren Aesten in die kleineren, während es in den Venen von den kleineren Aesten in die größeren läuft. Auch sind durch eine schöne Anordnung die Venen mit Klappen versehen, welche das Zurückströmen des Blutes verhindern und bewirken, daß es regelmäßig durch sie hindurch strömt. Was nun den Umlauf des Bluts durch die Verdauungsorgane betrifft, so ist er von dem allgemeinen Umlaufe desselben durch den Körper ziemlich verschieden. Das Venenblut wird von den Verdauungsorganen einem vorläufigen arterienartigen Processe in der Leber unterworfen, ehe es sich wieder mit dem übrigen Venenblute des Körpers vermischt, d. h. die Venen der Verdauungsorgaue vereinigen sich in eine große Röhre, die sogenannte Pfortader (vena portæ), welche sich, wenn sie die Leber betritt, wiederum wie eine Arterie in Aeste vertheilt. Diese letzten Aeste der Pfort-

aber vereinigen sich mit den ähnlichen Aesten der eigentlichen Arterie der Leber, und aus ihrem vermischten Blute wird die Galle abgesondert. Die vereinigten Blutgefäße nehmen den Charakter von Venen an, verbinden sich immer mehr und bilden zuletzt zwei oder drei große Röhren, welche sich in die allgemeinen zum Herzen führenden Venen ergießen, während sich die Abführungsgänge der Leber auf gleiche Weise verbinden und die Galle in die Gallenblase führen. Dieß ist das Hauptsächlichste in Bezug auf den Umlauf des Bluts in den Eingeweiden des Unterleibs und die Absonderung der Galle. Wir werden später noch einmal Gelegenheit haben, darauf zurückzukommen.

Wir haben es oben, als wir von den organischen Kräften sprachen, wahrscheinlich zu machen gesucht, daß es in den lebendigen Wesen eine Reihe von Kräften gebe, von denen immer eine höher steht, als die andere, und mehr oder weniger Einfluß auf die unter ihr stehende ausübt. Nun sehen wir, wie es scheint, in den Verdauungs- und Assimilationsverrichtungen die niederste dieser Kräfte, und diese ist beim Menschen vielleicht dieselbe, wie bei allen organischen Wesen, sowohl den Pflanzen, als den Thieren; auch steht sie gleichsam nur wenige Stufen über den Kräften der rein unorganischen Materie. Diese Aehnlichkeit erhellt aus den Erscheinungen der Assimilation, so wie aus dem eigenthümlichen Charakter der in den Verdauungsorganen verbreiteten Nerven, deren Wirkungen sich mehr denen der gewöhnlichen chemischen Kräfte nähern, als denen einer dem thierischen Organismus eigenthümlichen Kraft. Diese Nerven bilden das, von seiner eigenthümlichen Struktur so genannte Gangliensystem. Bei den niedrigsten Thiergattungen scheinen allein die Gangliennerven vorhanden zu sein, und obgleich diese bei den vollkommeneren Thieren mit andern von einem höheren Charakter verbunden sind, so bilden sie doch immer ein besonderes System, dessen Verrichtungen den oben erwähnten untergeordneten Charakter zu haben scheinen.

2) Von den Nahrungsstoffen. — Es kann als allgemeine Regel gelten, daß die organischen Wesen nur solche Stoffe zur Nahrung wählen, welche auf der Stufenleiter der Organisation

unter ihnen stehen, oder wenigstens, wenn sie auch ursprünglich nicht niederer ständen, doch durch gewisse freiwillige Veränderungen einigermaßen niedriger gemacht werden. Natürlich gibt es hundert Ausnahmen von dieser Regel, im Allgemeinen aber scheint sie Naturgesetz zu sein. So haben Pflanzen und vielleicht auch die niedrigsten Thiergattungen das Vermögen, Kohlensäuregas zu assimiliren: auch erstreckt sich das Assimilationsvermögen der Pflanzen und solcher Thiere wohl auch auf andere unorganische Zusammensetzungen des Kohlenstoffs, und wirklich scheinen Pflanzen und Pflanzenthiere ihre Hauptnahrung aus dergleichen Stoffen zu nehmen. Steigen wir eine Stufe höher, so finden wir, daß sich die Thiere fast immer diejenigen, welche in Bezug auf Größe, Organismus oder List unter ihnen stehen, zur Beute aussuchen, bis wir zum Menschen selbst kommen. Dieser eignet sich jeden Nahrungsstoff an, wie die Noth oder seine Laune es fordern mag, sogar Kohlensäuregas, das der menschliche Magen so leicht, wie die Mägen aller Thiere, sich assimiliren zu können scheint. Natürlich kann ein Löwe oder selbst ein Krabbe sich so gut von einem Menschenkörper nähren, als von einem Ochsen oder einem Insekt; aber Niemand wird wohl behaupten, daß der Mensch die natürliche Beute oder Nahrung dieser Thiere sei, und das ist es auch allein, was wir hier behaupten. In allen Wirkungen der Natur müssen wir die Regel aufzufinden und im Auge zu behalten suchen, nicht die Ausnahmen, sonst sind wir beständig in Gefahr zu irren.

Vermöge dieser schönen Anordnung der Nahrungsweise sind die vollkommeneren Thiere der Mühe enthoben, die Stoffe, welche ihren Körper ausmachen sollen, aus deren Grundform heraus sich zu verähnlichen, da dieselben zur Erfüllung ihres Zweckes bereits zubereitet sind. Deshalb erfordern die Assimilationsorgane nicht den verwickelten Bau, der sonst nöthig gewesen wäre, und im Organismus ist manches erspart. Erläuterungen hiezu liefern die oben erwähnten Verschiedenheiten des Assimilationsapparats der fleisch- und der grasfressenden Thiere. Aus dem Verhältnisse dieser Verschiedenheiten können wir uns einen Begriff davon machen, welcher verwickelte Bau nöthig gewesen wäre, wenn sich

ein Thier, wie der Mensch ist, gleich einer Pflanze von Kohlensäuregas oder gekohltem Wasserstoff oder irgend einer andern einfachen Zusammensetzung des Kohlenstoffs nähren müßte.

Ein anderer wichtiger Zweck, der durch diese Anordnung der Nahrungsweise der Thiere erreicht wird, ohne welche der Organismus, wie er jetzt eingerichtet ist, kaum bestehen könnte, ist folgender. Wenn die organischen Wesen sich nicht unter einander selbst zur Beute dienten, so würden sich ihre Ueberreste zuletzt in solcher Menge anhäufen, daß das Leben kaum dabei bestehen könnte, wenigstens nicht das vollkommene animalische Leben, wie wir dasselbe jetzt kennen. Durch die Einrichtung jedoch, daß die Thiere einander auffressen, ist es nicht allein möglich gemacht, daß eine größere Anzahl von Thieren und eine größere Mannigfaltigkeit unter denselben bestehen kann, sondern auch der Anhäufung der todten Thierkörper ist dadurch vorgebeugt; doch ist dieß nicht der einzige Vortheil, und es hat diese Anordnung noch manche andere wohlthätige Folgen, welche wir aber hier nicht berühren können. Eine Folge dieses Systems jedoch, die uns unmittelbarer betrifft, da sie zugleich eine natürliche Classification der Nahrungsstoffe an die Hand gibt, ist die gleichartige Zusammensetzung der Grundstoffe, aus denen das Gerüste der organischen Wesen besteht.

Wir haben oben in der Einleitung zur organischen Chemie gezeigt, daß die organischen Stoffe, wenn auch scheinbar ungleichartig, doch, chemisch betrachtet, oft sehr nahe verwandt seien. Von dieser Verwandtschaft haben wir als Beispiel die Zusammensetzung der weitverbreiteten Klasse der zuckerhaltigen Stoffe angeführt, welche alle, trotz der unendlichen Verschiedenheit im Aeußern, doch in ihrer Zusammensetzung wesentlich gleich sind und aus Kohlenstoff in Verbindung mit Wasser bestehen. Zuckerhaltige Stoffe werden hauptsächlich aus Pflanzen gewonnen, da der Zucker das charakteristische Grundelement des Pflanzenreichs ist.

Eine zweite wohlbekannte Klasse von Körpern, die sowohl in Pflanzen als Thieren vorkommen, sind die Oele. Ihre Form ist unendlich mannigfaltig, einige sind fest, andere flüssig,

überall jedoch sind ihre besonderen Eigenschaften so scharf markirt, daß wir selten über ihre Natur in Zweifel kommen können. In dieser Bestimmtheit der äußern Erscheinung sind die öligen Körper gerade das Gegentheil der zuckerhaltigen, von denen sehr viele wenig wahrnehmbare äußerliche Eigenschaften mit einander gemein haben. Die Zusammensetzung aller Körper dieser Klasse, die wir bisher Gelegenheit hatten, genau zu untersuchen, war wesentlich dieselbe: sie bestehen entweder aus ölbildendem Gas oder Wasser oder ähnlichen Stoffen. Dieß sind auch die Bestandtheile des unter dem Namen Weingeist oder Alkohol wohlbekannten Stoffes, in den die meisten zuckerhaltigen Substanzen unter günstigen Umständen durch den Gährungsproceß leicht verwandelt werden können.

Wenn irgend ein Theil eines thierischen Körpers, (ganz ölige Materien vielleicht ausgenommen,) in Wasser gesotten wird, so löst er sich in zwei Bestandtheile auf, von denen einer in Wasser auflösbar ist und mit dem Wasser eine zitternde klebrige Substanz, Gallerte genannt, bildet, der andere unauflöslich bleibt und, je länger er gesotten wird, desto härter wird und wegen der Gleichheit seiner Eigenschaften mit denen des Weißen im Ei, Eiweiß heißt. Gallerte und Eiweiß kommen in sehr verschiedenen Verhältnissen in den verschiedenen Zusammensetzungen vor, einige von diesen, wie z. B. die Haut, lassen sich fast ganz in Gallerte auflösen, während andere vergleichungsweise wenig Gallerte enthalten und hauptsächlich aus Eiweiß bestehen. In keiner thierischen Substanz kommt Gallerte als Flüssigkeit vor, deshalb hat man lange Zeit geglaubt, sie werde durch das Sieden erzeugt; diese Voraussetzung ist jedoch unrichtig. Die Gallerte läßt sich als die unvollkommenste Art des Eiweißstoffes im thierischen Körper betrachten, die gleichsam zwischen dem Zuckerstoff der Pflanzen und dem vollkommenen Eiweiß in der Mitte steht: ja man kann sagen, die Gallerte sei in den Thieren das, was der Zuckerstoff in den Pflanzen ist; sie unterscheidet sich auch von allen andern thierischen Substanzen durch die Eigenschaft, daß sie leicht in eine Art Zucker verwandelt werden kann, und zwar

durch einen Proceß, der demjenigen ähnlich ist, durch welchen Stärke in diesen Stoff verwandelt wird. Das Eiweiß kommt im flüssigen Zustande als ein Bestandtheil des Blutes vor, auch sind kleine Quantitäten flüssigen Eiweißes in gewissen thierischen Secretionen enthalten: hier hat es jedoch mehr eine feste Gestalt und bildet das sogenannte coagulirte Eiweiß. Eben so enthält das Blut auch Faserstoff, eine andere Modification des Eiweißstoffs, in einem flüssigen oder wenigstens suspendirten Zustande: obgleich der häufigste Zustand des Faserstoffs der einer zähen faserigen Masse ist, in welcher Gestalt es mit dem Eiweiß die Basis der Muskeln oder fleischigen Theile der Thiere bildet. Auch der Käsestoff ist eine Modification des Eiweißstoffes. Eine andere Modification desselben ist der Leimstoff. Obgleich diese Substanz am häufigsten in Pflanzen vorkommt, so hat sie doch in so fern Aehnlichkeit mit den fleischigen Theilen der Thiere, als sie eben so, wie diese, sich in zwei, der Gallerte und dem Eiweiß ähnliche, Theile scheiden läßt. Keine von diesen Modificationen des Eiweißstoffs hat die Eigenschaft der Gallerte, sich durch Kunst in Zuckerstoff verwandeln zu lassen, wenigstens geschieht dieß durch keinen der bekannten Processe; alle jedoch, so wie die Gallerte selbst, unterscheiden sich von den öligen und zuckerhaltigen Stoffen dadurch, daß sie ein viertes Element in sich enthalten, nämlich Stickstoff.

Dieß sind die drei großen Grundelemente, welche die wesentlichen Bestandtheile aller organischen Körper bilden. Wir haben bereits bemerkt, daß sie, ohne eine Veränderung ihrer wesentlichen Zusammensetzung, unendlich mannigfaltige Modificationen annehmen können, von denen einige so eigenthümlich sind, daß es schwer ist, aus ihren wahrnehmbaren Eigenschaften ihre Identität zu erkennen. Auch sind sie in allen ihren Formen fähig, leicht in einander überzugehen und sich mit einander zu verbinden; wenigstens besitzen die organischen Kräfte, wie wir später sehen werden, das Vermögen, solche Veränderungen hervorzubringen. Ferner haben diese Grundstoffe alle die Fähigkeit, sich nach gewissen Gesetzen in neue Elemente zu verwandeln. So läßt sich der Zuckerstoff leicht in Kleesäure oder unter andern Umständen in die Modification des Oelstoffs, in Alkohol, verwandeln. Obgleich diese Modifica-

tionen der Grundstoffe in den verschiedenen organischen Wesen, in Begleitung zahlreicher fremder Körper, eine unendliche Mannigfaltigkeit zeigen, so ist diese doch im Verhältniß zu den Grundstoffen sehr gering, und sie beschränken sich auf Drüsenabsonderungen, oder auf die Excremente oder auf Gefäßausleerungen, d. h. diese Modificationen und Verbindungen bilden keinen Theil des lebendigen Thieres, obgleich sie mit demselben zusammenhängen, wie die verschiedenen Producte der Secretion, z. B. die Schalen der Mollusken und dergleichen.

Hieraus ziehen wir folgenden Schluß: da alle vollkommeneren organischen Wesen von andern organischen Wesen leben, so muß ihre Nahrung nothwendig aus einem oder mehreren der drei Grundelemente der Organisation bestehen. Daraus folgt nicht nur, wie schon oben bemerkt wurde, daß den vollkommeneren Thieren die Mühe, diese Zusammensetzungen von neuem zu bereiten, erspart ist, sondern auch, daß es zur Vollkommenheit einer Speise gehört, daß sie mehr oder weniger von allen drei Grundelemeuten in sich enthalte. Wenigstens muß die Speise der höheren Thierklassen und besonders die des Menschen so beschaffen sein. Es läßt sich zwar nicht leugnen, daß viele Thiere das Vermögen haben, aus einer dieser Klassen von Nahrungsstoffen einen Chylus zu bereiten, höchst unwahrscheinlich ist es jedoch, daß irgend eines der höheren Thiere sich auf diese Art eine Zeitlang ernähren kann. Ja, wenn wir nach dem, was wir aus allgemeinen Beobachtungen sowohl, als aus wirklich von Physiologen angestellten Experimenten wissen, urtheilen wollen, so werden wir gerade zu dem entgegengesetzten Schlusse geführt, nämlich, daß die vollkommeneren Thiere nicht von einer einzigen Klasse von Nahrungsstoffen leben können, sondern daß eine Mischung von wenigstens zwei, wenn nicht allen drei Grundelementen, nöthig ist, um eine für sie passende Nahrung zu Stande bringen.

Ein bekanntes Beispiel, das unsere Ansichten von der Beschaffenheit der Nahrungsstoffe trefflich erläutert und ihnen zum Belege dienen kann, ist die Zusammensetzung der Milch. Alle anderen Stoffe, welche den Thieren zur Nahrung dienen, existiren

entweder für sich, oder der Pflanze, oder des Thiers wegen, von dem sie einen Bestandtheil bilden. Die Milch aber ist von der Natur ausdrücklich dem Thiere zur Nahrung angewiesen und hiezu bereitet, und zwar ist sie im ganzen Reiche der Organisation der einzige so bereitete Stoff. Deshalb dürfen wir die Milch in dieser Hinsicht als Muster ansehen, gleichsam als eine Art Vorbild der Nahrungsstoffe überhaupt. Nun ist jede Art von Milch, die wir kennen, eine Mischung aus den drei beschriebenen Grundelementen; d. h. sie enthält stets Zuckerstoff, einen butterartigen oder öligen, und einen käsigen oder, genau gesprochen, eiweißartigen Stoff. Obgleich in der Milch der verschiedenen Thiere diese drei Grundstoffe in unendlich modificirten Formen und sehr verschiedenen Verhältnissen vorhanden sind, so ist doch keine Milch eines Thieres bekannt, in der einer derselben fehlte.

Unter allen Beweisen für die Zweckmäßigkeit der Natureinrichtung bietet die Milch einen der unzweideutigsten. Niemand kann auch nur einen Augenblick über den Zweck dieser schätzbaren Flüssigkeit im Zweifel sein, so wenig als darüber, daß die Werkzeuge, durch welche sie abgesondert wird, eigens für diesen Zweck vorhanden sind. Auch wird Niemand behaupten wollen, daß dieser Apparat durch die Willkür oder die Bedürfnisse des Thiers, das ihn besitzt, oder durch irgend eine bildende Kraft desselben hervorgebracht werde. Im Gegentheil müssen die Grundlagen derselben schon im thierischen Körper vorhanden und zur Entwicklung bereit sein, ehe das Thier Bedürfnisse der Art fühlen kann. Kurz, es ist offenbar, daß der Apparat und sein Nutzen und Gebrauch von dem Schöpfer selbst angeordnet und so gebildet worden ist; unter keiner andern Voraussetzung läßt sich sein Vorhandensein erklären.

Die Zusammensetzung der Substanzen, welche in der Regel die Nahrung der Thiere bilden, begünstigt die Mischung der Grundnahrungsstoffe, da die meisten jener Substanzen Zusammensetzungen aus wenigstens zwei Grundstoffen sind. So enthalten die meisten gras- und krautartigen Stoffe zuckerhaltige und gallertartige Elemente, während jeder Theil eines Thiers wenig-

chelbrüsen, während bei denjenigen, deren Nahrung lange gekaut werden muß, wie bei den Wiederkäuern, z. B. der Kuh und dem Schaafe, die Speichelbrüsen sehr groß sind.

Der Kanal, durch welchen die gekauten Speisen vom Munde in den Magen gelangen, heißt die Speiseröhre (œsophagus). Auch diese ist für ihren Zweck bewunderungswürdig eingerichtet und bei den verschiedenen Thieren je nach ihren Gewohnheiten in Form und Größe verschieden.

Das wichtigste unter den Verdauungswerkzeugen ist der Magen. Beim Menschen ist derselbe ein großer häutiger Sack, dessen Gestalt sich aber nicht leicht beschreiben läßt. Denken wir uns zwei an ihrer Basis vereinigte Kegel, die mit einander einen Halbkreis bilden, so können wir uns etwa eine Vorstellung von der äußeren Form des menschlichen Magens machen. Seine Größe ist nach den Lebensaltern verschieden; bei Erwachsenen hält er in der Regel gegen zwei bis drei Nössel. Er liegt gleich unter dem Zwerchfelle, verändert jedoch seine Lage etwas, je nachdem er leerer oder voller ist. Im Allgemeinen ist diese horizontal, wenn der Körper aufrecht steht; der linke Magenmund oder die Eingangsöffnung (cardia), welche mit der Speiseröhre zusammenhängt, liegt ein wenig höher, als der rechte oder der Pförtner (pylorus), durch welchen die Nahrung zu weiteren Theilen des Darmkanals fortgeführt wird. Der obere Raum zwischen den zwei Oeffnungen heißt gewöhnlich die kleine, der untere die große Krümmung des Magens. Die innere Fläche des Magens ist, besonders in der Nähe des Pförtners, mit zahlreichen Drüsen versehen, durch welche eine im Verdauungsprocesse sehr wichtige Flüssigkeit abgesondert wird, die wir weiter unten ausführlicher beschreiben werden.

Dieß ist die Beschaffenheit des menschlichen Magens; bei den Thieren ist seine Gestalt und Größe je nach der Beschaffenheit ihrer Nahrung und anderen Umständen sehr verschieden. Wir bemerken hier nur zwei oder drei der bemerkenswerthesten Unterschiede. Bei den meisten fleischfressenden Thieren gleicht der Magen ziemlich dem menschlichen. Dieß ist auch, wenigstens äußerlich, der Fall bei gewissen grasfressenden, z. B. dem

Das Wasser verbindet sich mit den meisten organischen Körpern in zweierlei Formen, welche jederzeit wohl unterschieden werden müssen. Es kann nämlich dasselbe ein wesentliches Element von einer Substanz bilden, wie z. B. vom Zucker oder von der Stärke in ihrem trockensten Zustande, und in diesem Falle läßt es sich nicht davon trennen, ohne die Zusammensetzung zu zerstören; oder es kann ein zufälliger Bestandtheil von einer Substanz sein, wie z. B. vom Zucker oder von der Stärke im feuchten Zustande, in welchem Falle sich häufig mehr oder weniger von dem Wasser wieder entfernen läßt, ohne daß dadurch die wesentlichen Eigenschaften der Zusammensetzung zerstört würden. Nun enthalten sehr viele organische Körper (vielleicht alle, mit denen es unsere gegenwärtige Untersuchung zu thun hat) Wasser in diesen beiden Formen, nicht nur als wesentliches Element, sondern auch als zufälligen Bestandtheil, und in den meisten Fällen ist es unmöglich, zwischen beiden zu unterscheiden. Die Verbindungsart jedoch unter den Elementen der Körper, in diesen zwei Zuständen ihrer Vereinigung mit Wasser, muß völlig verschieden sein. Worin diese Verschiedenheit bestehe, wissen wir nur sehr unvollständig; aus den folgenden Erläuterungen aber wird der Leser sich eine deutlichere Vorstellung von der Natur dieser zwei Verbindungsarten machen können; vielleicht werfen sie auch einiges Licht auf die Ursache ihrer Verschiedenheit.

Wir haben im ersten Theile dieses Werkes gesagt, daß die Atomgewichte des Kohlenstoffs und des Wassers von den Chemikern in der Regel mit den Zahlen 6 und 9 bezeichnet werden, während das Gewicht des Wasserstoffs 1 ist. Auch haben wir die Meinung aufgestellt, daß die Moleculen oder Atome des Kohlenstoffs und Wassers, wo mehr als eine vorhanden ist, anstatt getrennt zu bleiben, sich in Gruppen oder zu Supermoleculen vereinigen, und daß Kohlenstoff, Wasser und ähnliche Körper sich immer, nicht als einzelne Moleculen, sondern nur als eine Supermolecule verbinden. Zur Erläuterung dieser Ansicht wählen wir als Beispiel die Molecularverbindung bei den verschiedenen Arten des Zuckers.

Der Rohrzucker ist in seinem reinsten und trockensten Zustande,

nach der Sprache der Chemiker, aus 9 Atomen Kohlenstoff und 8 Atomen Wasser zusammengesetzt. Nun nehmen wir an, diese 9 Atome Kohlenstoff und 8 Atome Wasser seien in zwei Supermoleculen vereinigt, deren eine (9 + 6) 54, die andere (8 + 9) 72 wiegt. So ist demnach eine Molecule Rohrzucker eine binäre Zusammensetzung von einer Supermolecule Kohlenstoff im Gewichte von 54 und einer Supermolecule Wasser im Gewichte von 72. Der Honigzucker ferner ist zusammengesetzt aus 9 Atomen Kohlenstoff und 12 Atomen Wasser, oder, nach unserer Ansicht von der Molecularaggregation, aus einer Supermolecule Kohlenstoff im Gewichte von 54, wie beim Rohrzucker, und einer Supermolecule Wasser, deren Gewicht nicht weniger als (12 + 9) 108 beträgt. Ein ähnliches Beispiel giebt die Zusammensetzung des Lignin, eines andern aus der Klasse der zuckerstoffhaltigen Körper. Das Lignin, das in allen seinen verschiedenen Formen aus wesentlich gleichen Gewichten Kohlenstoff und Wasser besteht, ist zusammengesetzt aus 9 Atomen Kohlenstoff und 6 Atomen Wasser; oder, nach unserer Ansicht, aus zwei Supermoleculen im Gewichte von (9 + 6) 54 und (6 + 9) 54. Sonach läßt sich die Klasse der zuckerstoffhaltigen Körper auf folgende Weise darstellen:

Kohlenstoff.		Wasser.	
54	+	54	Lignin.
54	+	72	Rohrzucker, Waizenstärke.
54	+	108	Honigzucker, Pfeilwurz.

Diese Molecularconstitution der zuckerstoffhaltigen Körper wollen wir mit der des Essigs vergleichen. In seiner reinsten und flüchtigsten Form ist der letztere aus 4 Atomen Kohlenstoff und 3 Atomen Wasser zusammengesetzt, oder, nach unserer Ansicht, aus zwei Supermoleculen im Gewichte von (4 + 6) 24 und (3 + 9) 27; während der krystallisirte Essig das gleiche Verhältniß Kohlenstoff und $1/3$ mehr Wasser enthält. Sonach läßt sich die Molecularconstitution dieser zwei verschiedenen Essigformen auf folgende Weise darstellen:

Kohlenstoff.		Wasser.	
24	+	27	reiner Essig.
24	+	36	krystallisirter oder fester Essig.

Wir haben diese Zusammensetzung des Essigs angeführt, um den Leser auf den Unterschied zwischen der Supermolecule des Kohlenstoffs in dieser Säure und der in den zuckerhaltigen Körpern aufmerksam zu machen; ein Unterschied, der wahrscheinlich die auffallende Verschiedenheit der wahrnehmbaren Eigenschaften dieser zwei Klassen von Körpern begründet. Warum aber die Supermolecule Kohlenstoff in zuckerhaltigen Körpern 54 und im Allgemeinen selbstattractiv ist und Süßigkeit erzeugt; oder warum die Supermolecule Kohlenstoff im Essig 24 ist und ein Streben nach der selbstrepulsiven Form und zur Hervorbringung von Säure zeigt, das wissen wir nicht und werden es wohl nie vollständig erklären können. Eine sorgfältige und genaue Untersuchung der Erscheinungen würde jedoch auch hier manche Dunkelheiten aufhellen.

Dieß sind die Grundsätze, nach denen, wie wir glauben, die chemische Verbindung der organischen, ja aller andern Zusammensetzungen vor sich geht. Ist dem wirklich so, so lassen sich daraus sehr interessante und wichtige Folgerungen ableiten. Im Allgemeinen haben wir es mit diesen nicht zu thun; einige derselben jedoch, welche die Zusammensetzung der Nahrungsstoffe betreffen, mögen hier eine Stelle finden:

a. Der Leser bemerke den Unterschied zwischen den zwei Supermoleculen Kohlenstoff und Wasser in der Zuckerbildung. Die des Kohlenstoffs ist durch die ganze Klasse der zuckerhaltigen Stoffe gleich, während die des Wassers sich verändert. Sonach glauben wir annehmen zu dürfen, daß dieser Unterschied auch in andern Fällen Statt findet; daß in verschiedenen organischen Substanzen derselben Gattung die Supermolecule des Kohlenstoffs, oder irgend eines seiner Ingredienzien, das beständige und *characteristische* Element bleibt, und daß die verschiedenen Modificationen von den Veränderungen in der Supermolecule des Wassers herrühren, welche deshalb die *modificirende* Supermolecule heißen mag.

b. Die Art, wie die modificirende Thätigkeit wirkt, kann auf folgende Weise deutlicher gemacht werden. Gießen wir einem Theile Rohrzucker gerade so viel Wasser zu, als nöthig ist, damit

während sie bei den fleischfressenden Thieren nur ungefähr drei- bis fünfmal die Länge des Körpers ausmacht und bei manchen grasfressenden, wie z. B. beim Schaafe das Siebenundzwanzigfache dieser Länge. Bei andern grasfressenden Thieren ist die Speiseröhre zwölf- bis sechzehnmal so lang, als ihr Körper. Bei den meisten Vögeln ist sie viel kürzer, als bei den vierfüßigen Thieren, indem ihre Länge im Allgemeinen das Doppelte bis Fünffache ihres Körpers beträgt, während sie bei manchen Reptilien und Fischen kaum die des Körpers übersteigt, ja bei einigen Fischen, wie z. B. beim Hai, sogar geringer ist. Es gibt jedoch auch pflanzenfressende Thiere, bei welchen die Speiseröhre nicht so lang ist, als in den oben erwähnten Fällen, und bei denen augenscheinlich die Breite derselben die Länge ersetzen muß. So ist beim Pferde der Magen einfach und für die Größe des Thiers nicht sehr entwickelt, auch haben die Gedärme keine bedeutende Länge, dagegen sind der Blinddarm und die dicken Gedärme ungemein weit. Der Blinddarm des Pferdes scheint in Manchem die Verrichtungen eines zweiten Magens zu versehen und kann auch völlig eben so viel fassen. Es gibt noch viele andere schöne Einrichtungen in den Verdauungsorganen der Thiere, die wir jedoch hier nicht erwähnen können, da wir dem Leser nur das allgemeine Verhältniß zwischen dem Bau der Thiere und ihrer Nahrungsstoffe auseinander setzen wollen.

Zum Schlusse dieser kurzen Beschreibung der Verdauungswerkzeuge haben wir noch einige Bemerkungen über die dabei mitwirkenden Organe — die Leber, die Bauchdrüse und die Milz beizufügen.

Die Leber ist die größte Drüse des Körpers, und eine ihrer wichtigsten Verrichtungen ist die Absonderung der Galle, die, wie oben erwähnt wurde, nahe am Anfange des Zwöffingerdarms in den Darmkanal einfließt. Die allgemeine Lage der menschlichen Leber ist im oberen Theile des Unterleibs unter den Rippen der rechten Seite, von wo sie sich mehr oder weniger nach der Gegend des Magens und zuweilen selbst auf die linke Seite herüber zieht. Ihre Gestalt und ihr Aussehen ist bekannt und

und viel weniger permanent, als der Rohrzucker, dagegen das Lignin permanenter, als der reinste Zucker. Auf gleiche Weise gilt, wenn Wasser das modificirende Element einer Zusammensetzung ist, die Regel: je größer die die Supermolecule des Wassers bezeichnende Zahl ist, desto größer ist meistens die Auflösbarkeit der Zusammensetzung.

d. Wir haben bis jetzt noch keine chemischen Ausdrücke, welche diesen Unterschied in der Zusammensetzung gehörig bezeichneten. Es sind jedoch die Ausdrücke „stark“ und „schwach“, welche im Handel gebraucht werden, um die verschiedenen Varietäten des Zuckers zu unterscheiden, ziemlich bezeichnend, weshalb wir sie gebrauchen wollen, um ähnliche Varietäten anderer organischer Zusammensetzungen zu benennen. Wenn wir also von einer starken Zusammensetzung sprechen, so meinen wir eine solche, deren constituirende Supermoleculen, wie die des starken Rohrzuckers, weniger complicirt sind, als die Supermoleculen eines schwachen Stoffes, wie z. B. des Honigzuckers. Ebenso haben wir noch keine besondern Ausdrücke für die Verwandlung einer starken Substanz in eine schwache oder umgekehrt. Deshalb bedienen wir uns hiefür der Ausdrücke „Reduction“ und „Vervollständigung.“

In den obigen Erläuterungen über den modificirenden Einfluß des Wassers in organischen Zusammensetzungen, haben wir den Zucker blos darum als Beispiel gewählt, weil er das bekannteste ist. Wir haben jedoch wiederholt darauf hingewiesen, daß genau dieselben Gesetze die Zusammensetzung aller organischen Körper zu leiten scheinen. So ist bei den starken oder festen Oelen oder Fettigkeiten, deren charakteristische Supermolecule, wie bemerkt wurde, einige Verwandschaft mit Oelgas hat, die modificirende Molecule Wasser sehr gering, vielleicht in einigen öligen Körpern sogar eine Submolecule; während dagegen Alcohol, dem schwächsten Zustande des Oelstoffs, das Gewicht der modificirenden Supermolecule Wasser mehr als die Hälfte von dem Gewichte des Oelgases beträgt, und Alcohol völlig in Wasser auflöslich ist.

Auch die gallert- und eiweißartigen Substanzen bieten genau

dieselben Verschiedenheiten dar. Der starke zähe Leim, der in den Künsten angewendet wird, wird aus den festeren Theilen der Häute alter Thiere bereitet; während die gallertartige Form oder der schwache Leim aus den Häuten jüngerer und zärterer Thiere gewonnen wird. Diese zwei Varietäten des Leims unterscheiden sich von einander in den Gewichten der modificirenden Supermoleculen des Wassers, das sich mit ihnen verbindet. Ueberhaupt läßt sich bemerken, daß die Grundstoffe der alten und der jungen Thiere sich hauptsächlich in den Gewichten ihrer modificirenden Supermoleculen Wasser unterscheiden, und daß die Ungleichheit ihrer Eigenschaften hauptsächlich von dieser Differenz herrührt.

Wenn der Leser die hier aufgestellten Grundsätze hinsichtlich der chemischen Beschaffenheit organischer Körper und der Art und Weise, wie auf dieselben ihr modificirender Bestandtheil, das Wasser, einwirkt, recht verstanden hat und dieselben im Gedächtniß behält, so wird er im Stande sein, uns jetzt weiter zu begleiten, und es wird ihm nicht schwer werden, sich einen allgemeinen Begriff von den chemischen Verrichtungen des Magens zu bilden.

Die Verrichtungen des Magens, als eines Ganzen, sind folgende:

1) Der Magen hat das Vermögen, die Nahrungsstoffe aufzulösen oder sie wenigstens halbflüssig zu machen. Diese Verrichtung scheint durchaus chemisch zu sein und wird wahrscheinlich durch Reducirung der Eigenschaften der Nahrungsstoffe bewirkt.

2) Der Magen hat innerhalb gewisser Gränzen das Vermögen, die einfachen Nahrungsstoffe, die wir im vorigen Capitel beschrieben haben, in einander zu verwandeln. Ohne ein solches Vermögen des Magens könnte jene Gleichförmigkeit in der Zusammensetzung des Milchsaftes, welche wohl zur Existenz eines jeden Thieres nothwendig ist, nicht bewirkt werden. Dieser Theil der Verrichtungen des Magens scheint, wie der Reductionsproceß, chemisch zu sein, geht jedoch etwas langsamer vor sich. Man kann ihn den Verwandlungsproceß des Magens nennen.

3) Der Magen muß endlich, innerhalb gewisser Gränzen, auch das Vermögen haben, die verschiedenen Nahrungsstoffe zu organisiren, damit sich dieselben besser zur Verbindung mit einem lebendigen Körper eignen, als es die rohen Nahrungsmittel könnten. Diese organisirende Thätigkeit des Magens kann unmöglich eine chemische sein. Es ist vielmehr eine Lebensäußerung, deren Wesen aber völlig unbekannt ist.

1) Von dem Reductionsvermögen des Magens. — Um diese Function deutlicher zu machen, wollen wir die Erscheinungen, welche während der Verwandlung der einfachen eiweißhaltigen Stoffe in das Eiweiß des Chymus vorgehen, der Reihe nach verfolgen, ohne dabei auf irgend eine andere Veränderung Rücksicht zu nehmen.

Wenn ein Theil flüssigen Eiweißes, z. B. das Weiße eines rohen Eis oder Milch, in den Magen eines Thieres, z. B. eines Hundes, gebracht wird, so wird sie alsbald fest, oder, nach dem gewöhnlichen Ausdrucke, sie gerinnt, coagulirt. Dieses Festwerden ist wahrscheinlich eine rein chemische Veränderung, denn sie würde unter gleichen Umständen auch außerhalb des Körpers vorgehen; d. h. wenn das Weiße eines Eis oder Milch mit einer mehr oder minder sauren Flüssigkeit, wie diejenige, welche im Magen der Thiere während der Verdauung sich absondert, vermischt würden, so würden sie gerinnen. Diese Veränderung muß aber einen gewissen Zweck haben, da die Mägen der Thiere hauptsächlich auf feste Stoffe zu wirken im Stande sind. Jedoch können wir sie nicht als wesentlich für die folgenden Processe betrachten, da Gallerte, ein dem Eiweiß in seiner Zusammensetzung ganz ähnlicher Nahrungsgrundstoff, unter ähnlichen Umständen keine solche Veränderung erleidet. Das Eiweiß, das durch den Einfluß der Säfte des Magens geronnen und in eine feste Masse oder einen Klumpen verwandelt worden ist, erleidet bald weitere Veränderungen, besonders derjenige Theil der Masse, der die Magenwand unmittelbar berührt. Diese geronnene Masse wird gallertartig; hierauf erweicht sich jeder Theil mehr und mehr, bis zuletzt das Ganze flüssig zu werden anfängt und nach einigen weiteren Veränderungen allmählig in den Zustand des

unter ihnen stehen, oder wenigstens, wenn sie auch ursprünglich nicht niederer ständen, doch durch gewisse freiwillige Veränderungen einigermaßen niedriger gemacht werden. Natürlich gibt es hundert Ausnahmen von dieser Regel, im Allgemeinen aber scheint sie Naturgesetz zu sein. So haben Pflanzen und vielleicht auch die niedrigsten Thiergattungen das Vermögen, Kohlensäuregas zu assimiliren: auch erstreckt sich das Assimilationsvermögen der Pflanzen und solcher Thiere wohl auch auf andere unorganische Zusammensetzungen des Kohlenstoffs, und wirklich scheinen Pflanzen und Pflanzenthiere ihre Hauptnahrung aus dergleichen Stoffen zu nehmen. Steigen wir eine Stufe höher, so finden wir, daß sich die Thiere fast immer diejenigen, welche in Bezug auf Größe, Organismus oder List unter ihnen stehen, zur Beute aussuchen, bis wir zum Menschen selbst kommen. Dieser eignet sich jeden Nahrungsstoff an, wie die Noth oder seine Laune es fordern mag, sogar Kohlensäuregas, das der menschliche Magen so leicht, wie die Mägen aller Thiere, sich assimiliren zu können scheint. Natürlich kann ein Löwe oder selbst ein Krabbe sich so gut von einem Menschenkörper nähren, als von einem Ochsen oder einem Insekt; aber Niemand wird wohl behaupten, daß der Mensch die natürliche Beute oder Nahrung dieser Thiere sei, und das ist es auch allein, was wir hier behaupten. In allen Wirkungen der Natur müssen wir die Regel aufzufinden und im Auge zu behalten suchen, nicht die Ausnahmen, sonst sind wir beständig in Gefahr zu irren.

Vermöge dieser schönen Anordnung der Nahrungsweise sind die vollkommeneren Thiere der Mühe enthoben, die Stoffe, welche ihren Körper ausmachen sollen, aus deren Grundform heraus sich zu verähnlichen, da dieselben zur Erfüllung ihres Zweckes bereits zubereitet sind. Deshalb erfordern die Assimilationsorgane nicht den verwickelten Bau, der sonst nöthig gewesen wäre, und im Organismus ist manches erspart. Erläuterungen hiezu liefern die oben erwähnten Verschiedenheiten des Assimilationsapparats der fleisch- und der grasfressenden Thiere. Aus dem Verhältnisse dieser Verschiedenheiten können wir uns einen Begriff davon machen, welcher verwickelte Bau nöthig gewesen wäre, wenn sich

ein Thier, wie der Mensch ist, gleich einer Pflanze von Kohlensäuregas oder gekohltem Wasserstoff oder irgend einer andern einfachen Zusammensetzung des Kohlenstoffs nähren müßte.

Ein anderer wichtiger Zweck, der durch diese Anordnung der Nahrungsweise der Thiere erreicht wird, ohne welche der Organismus, wie er jetzt eingerichtet ist, kaum bestehen könnte, ist folgender. Wenn die organischen Wesen sich nicht unter einander selbst zur Beute dienten, so würden sich ihre Ueberreste zuletzt in solcher Menge anhäufen, daß das Leben kaum dabei bestehen könnte, wenigstens nicht das vollkommene animalische Leben, wie wir dasselbe jetzt kennen. Durch die Einrichtung jedoch, daß die Thiere einander auffressen, ist es nicht allein möglich gemacht, daß eine größere Anzahl von Thieren und eine größere Mannigfaltigkeit unter denselben bestehen kann, sondern auch der Anhäufung der todten Thierkörper ist dadurch vorgebeugt; doch ist dieß nicht der einzige Vortheil, und es hat diese Anordnung noch manche andere wohlthätige Folgen, welche wir aber hier nicht berühren können. Eine Folge dieses Systems jedoch, die uns unmittelbarer betrifft, da sie zugleich eine natürliche Classification der Nahrungsstoffe an die Hand gibt, ist die gleichartige Zusammensetzung der Grundstoffe, aus denen das Gerüste der organischen Wesen besteht.

Wir haben oben in der Einleitung zur organischen Chemie gezeigt, daß die organischen Stoffe, wenn auch scheinbar ungleichartig, doch, chemisch betrachtet, oft sehr nahe verwandt seien. Von dieser Verwandtschaft haben wir als Beispiel die Zusammensetzung der weitverbreiteten Klasse der zuckerhaltigen Stoffe angeführt, welche alle, trotz der unendlichen Verschiedenheit im Aeußern, doch in ihrer Zusammensetzung wesentlich gleich sind und aus Kohlenstoff in Verbindung mit Wasser bestehen. Zuckerhaltige Stoffe werden hauptsächlich aus Pflanzen gewonnen, da der Zucker das charakteristische Grundelement des Pflanzenreichs ist.

Eine zweite wohlbekannte Klasse von Körpern, die sowohl in Pflanzen als Thieren vorkommen, sind die Oele. Ihre Form ist unendlich mannigfaltig, einige sind fest, andere flüssig,

überall jedoch sind ihre besonderen Eigenschaften so scharf markirt, daß wir selten über ihre Natur in Zweifel kommen können. In dieser Bestimmtheit der äußern Erscheinung sind die öligen Körper gerade das Gegentheil der zuckerhaltigen, von denen sehr viele wenig wahrnehmbare äußerliche Eigenschaften mit einander gemein haben. Die Zusammensetzung aller Körper dieser Klasse, die wir bisher Gelegenheit hatten, genau zu untersuchen, war wesentlich dieselbe: sie bestehen entweder aus ölbildendem Gas oder Wasser oder ähnlichen Stoffen. Dieß sind auch die Bestandtheile des unter dem Namen Weingeist oder Alkohol wohlbekannten Stoffes, in den die meisten zuckerhaltigen Substanzen unter günstigen Umständen durch den Gährungsproceß leicht verwandelt werden können.

Wenn irgend ein Theil eines thierischen Körpers, (ganz ölige Materien vielleicht ausgenommen,) in Wasser gesotten wird, so löst er sich in zwei Bestandtheile auf, von denen einer in Wasser auflösbar ist und mit dem Wasser eine zitternde klebrige Substanz, Gallerte genannt, bildet, der andere unauflöslich bleibt und, je länger er gesotten wird, desto härter wird und wegen der Gleichheit seiner Eigenschaften mit denen des Weißen im Ei, Eiweiß heißt. Gallerte und Eiweiß kommen in sehr verschiedenen Verhältnissen in den verschiedenen Zusammensetzungen vor, einige von diesen, wie z. B. die Haut, lassen sich fast ganz in Gallerte auflösen, während andere vergleichungsweise wenig Gallerte enthalten und hauptsächlich aus Eiweiß bestehen. In keiner thierischen Substanz kommt Gallerte als Flüssigkeit vor, deshalb hat man lange Zeit geglaubt, sie werde durch das Sieden erzeugt; diese Voraussetzung ist jedoch unrichtig. Die Gallerte läßt sich als die unvollkommenste Art des Eiweißstoffes im thierischen Körper betrachten, die gleichsam zwischen dem Zuckerstoff der Pflanzen und dem vollkommenen Eiweiß in der Mitte steht: ja man kann sagen, die Gallerte sei in den Thieren das, was der Zuckerstoff in den Pflanzen ist; sie unterscheidet sich auch von allen andern thierischen Substanzen durch die Eigenschaft, daß sie leicht in eine Art Zucker verwandelt werden kann, und zwar

durch einen Proceß, der demjenigen ähnlich ist, durch welchen Stärke in diesen Stoff verwandelt wird. Das Eiweiß kommt im flüssigen Zustande als ein Bestandtheil des Blutes vor, auch sind kleine Quantitäten flüssigen Eiweißes in gewissen thierischen Secretionen enthalten: hier hat es jedoch mehr eine feste Gestalt und bildet das sogenannte coagulirte Eiweiß. Eben so enthält das Blut auch Faserstoff, eine andere Modification des Eiweißstoffs, in einem flüssigen oder wenigstens suspendirten Zustande: obgleich der häufigste Zustand des Faserstoffs der einer zähen faserigen Masse ist, in welcher Gestalt es mit dem Eiweiß die Basis der Muskeln oder fleischigen Theile der Thiere bildet. Auch der Käsestoff ist eine Modification des Eiweißstoffes. Eine andere Modification desselben ist der Leimstoff. Obgleich diese Substanz am häufigsten in Pflanzen vorkommt, so hat sie doch in so fern Aehnlichkeit mit den fleischigen Theilen der Thiere, als sie eben so, wie diese, sich in zwei, der Gallerte und dem Eiweiß ähnliche, Theile scheiden läßt. Keine von diesen Modificationen des Eiweißstoffs hat die Eigenschaft der Gallerte, sich durch Kunst in Zuckerstoff verwandeln zu lassen, wenigstens geschieht dieß durch keinen der bekannten Processe; alle jedoch, so wie die Gallerte selbst, unterscheiden sich von den öligen und zuckerhaltigen Stoffen dadurch, daß sie ein viertes Element in sich enthalten, nämlich Stickstoff.

Dieß sind die drei großen Grundelemente, welche die wesentlichen Bestandtheile aller organischen Körper bilden. Wir haben bereits bemerkt, daß sie, ohne eine Veränderung ihrer wesentlichen Zusammensetzung, unendlich mannigfaltige Modificationen annehmen können, von denen einige so eigenthümlich sind, daß es schwer ist, aus ihren wahrnehmbaren Eigenschaften ihre Identität zu erkennen. Auch sind sie in allen ihren Formen fähig, leicht in einander überzugehen und sich mit einander zu verbinden; wenigstens besitzen die organischen Kräfte, wie wir später sehen werden, das Vermögen, solche Veränderungen hervorzubringen. Ferner haben diese Grundstoffe alle die Fähigkeit, sich nach gewissen Gesetzen in neue Elemente zu verwandeln. So läßt sich der Zuckerstoff leicht in Kleesäure oder unter andern Umständen in die Modification des Oelstoffs, in Alkohol, verwandeln. Obgleich diese Modifica-

tionen der Grundstoffe in den verschiedenen organischen Wesen, in Begleitung zahlreicher fremder Körper, eine unendliche Mannigfaltigkeit zeigen, so ist diese doch im Verhältniß zu den Grundstoffen sehr gering, und sie beschränken sich auf Drüsenabsonderungen, oder auf die Excremente oder auf Gefäßausleerungen, d. h. diese Modificationen und Verbindungen bilden keinen Theil des lebendigen Thieres, obgleich sie mit demselben zusammenhängen, wie die verschiedenen Producte der Secretion, z. B. die Schalen der Mollusken und dergleichen.

Hieraus ziehen wir folgenden Schluß: da alle vollkommeneren organischen Wesen von andern organischen Wesen leben, so muß *ihre Nahrung nothwendig aus einem oder mehreren der drei Grundelemente der Organisation bestehen.* Daraus folgt nicht nur, wie schon oben bemerkt wurde, daß den vollkommeneren Thieren die Mühe, diese Zusammensetzungen *von neuem* zu bereiten, erspart ist, sondern auch, daß es zur Vollkommenheit einer Speise gehört, daß sie mehr oder weniger von allen drei Grundelemeuten in sich enthalte. Wenigstens muß die Speise der höheren Thierklassen und besonders die des Menschen so beschaffen sein. Es läßt sich zwar nicht leugnen, daß viele Thiere das Vermögen haben, aus einer dieser Klassen von Nahrungsstoffen einen Chylus zu bereiten, höchst unwahrscheinlich ist es jedoch, daß irgend eines der höheren Thiere sich auf diese Art eine Zeitlang ernähren kann. Ja, wenn wir nach dem, was wir aus allgemeinen Beobachtungen sowohl, als aus wirklich von Physiologen angestellten Experimenten wissen, urtheilen wollen, so werden wir gerade zu dem entgegengesetzten Schlusse geführt, nämlich, daß die vollkommeneren Thiere nicht von einer einzigen Klasse von Nahrungsstoffen leben können, sondern daß eine Mischung von wenigstens zwei, wenn nicht allen drei Grundelementen, nöthig ist, um eine für sie passende Nahrung zu Stande bringen.

Ein bekanntes Beispiel, das unsere Ansichten von der Beschaffenheit der Nahrungsstoffe trefflich erläutert und ihnen zum Belege dienen kann, ist die Zusammensetzung der *Milch*. Alle anderen Stoffe, welche den Thieren zur Nahrung dienen, existiren

entweder für sich, oder der Pflanze, oder des Thiers wegen, von dem sie einen Bestandtheil bilden. Die Milch aber ist von der Natur ausdrücklich dem Thiere zur Nahrung angewiesen und hiezu bereitet, und zwar ist sie im ganzen Reiche der Organisation der einzige so bereitete Stoff. Deshalb dürfen wir die Milch in dieser Hinsicht als Muster ansehen, gleichsam als eine Art Vorbild der Nahrungsstoffe überhaupt. Nun ist jede Art von Milch, die wir kennen, eine Mischung aus den drei beschriebenen Grundelementen; d. h. sie enthält stets Zuckerstoff, einen butterartigen oder öligen, und einen käsigen oder, genau gesprochen, eiweißartigen Stoff. Obgleich in der Milch der verschiedenen Thiere diese drei Grundstoffe in unendlich modificirten Formen und sehr verschiedenen Verhältnissen vorhanden sind, so ist doch keine Milch eines Thieres bekannt, in der einer derselben fehlte.

Unter allen Beweisen für die Zweckmäßigkeit der Natureinrichtung bietet die Milch einen der unzweideutigsten. Niemand kann auch nur einen Augenblick über den Zweck dieser schätzbaren Flüssigkeit im Zweifel sein, so wenig als darüber, daß die Werkzeuge, durch welche sie abgesondert wird, eigens für diesen Zweck vorhanden sind. Auch wird Niemand behaupten wollen, daß dieser Apparat durch die Willkür oder die Bedürfnisse des Thiers, das ihn besitzt, oder durch irgend eine bildende Kraft desselben hervorgebracht werde. Im Gegentheil müssen die Grundlagen derselben schon im thierischen Körper vorhanden und zur Entwicklung bereit sein, ehe das Thier Bedürfnisse der Art fühlen kann. Kurz, es ist offenbar, daß der Apparat und sein Nutzen und Gebrauch von dem Schöpfer selbst angeordnet und so gebildet worden ist; unter keiner andern Voraussetzung läßt sich sein Vorhandensein erklären.

Die Zusammensetzung der Substanzen, welche in der Regel die Nahrung der Thiere bilden, begünstigt die Mischung der Grundnahrungsstoffe, da die meisten jener Substanzen Zusammensetzungen aus wenigstens zwei Grundstoffen sind. So enthalten die meisten gras- und krautartigen Stoffe zuckerhaltige und gallertartige Elemente, während jeder Theil eines Thiers wenig-

stens Eiweiß und Oel enthält. Deshalb läßt sich vielleicht kein Nahrungsstoff der vollkommeneren Thiere nennen, der nicht wesentlich aus zwei, wenn nicht aus allen drei Grundelementen der Nahrung zusammengesetzt wäre. Das deutlichste Beispiel dieses großen Mischungsprocesses jedoch bietet uns die künstliche Nahrung des Menschen dar. Er, nicht zufrieden mit den freiwilligen Erzeugnissen der Natnr, sucht aus allen das Beste aus und bildet durch die Kraft seines Verstandes, oder vielmehr seines Instinkts, jenes Hauptnahrungsmittel auf alle mögliche Art und Weise. Dieß ist bei allem feinem Kochen und seiner Kunst, so wenig er es auch glauben will, der einzige Zweck seiner Arbeit, und je näher seine Erzeugnisse diesem Zwecke kommen, um so vollkommener sind sie. Selbst bei den höchsten Verfeinerungen des Luxus und bei seinen ausgesuchtesten Delicatessen wird der gleiche Zweck verfolgt, und sein Zucker und Mehl, seine Eier und seine Butter, in allen ihren verschiedenen Formen und Verbindungen, sind nichts mehr und nichts weniger, als verhüllte Nachahmungen der Milch, jenes großen ihm von der Natur selbst gebotenen Vorbildes aller Nahrung.

Drittes Kapitel.

Von dem Verdauungsprozesse und der Thätigkeit des Magens und des Zwölffingerdarms überhaupt.

Wir gehen nun über zur Betrachtung der höchst wichtigen Function des Magens, in welchem der Assimilationsprozeß seinen Anfang nimmt. Zum besseren Verständnisse dieser Function ist es jedoch nöthig, zuvor den Einfluß des Wassers auf die Verwandlung der Bestandtheile und besonderen Eigenschaften der Nahrungsstoffe näher kennen zu lernen. Wir geben diese Bemerkungen absichtlich erst hier, weil wir jetzt diesen Gegenstand durch Beispiele deutlicher zu machen im Stande sind.

Das Wasser verbindet sich mit den meisten organischen Körpern in zweierlei Formen, welche jederzeit wohl unterschieden werden müssen. Es kann nämlich dasselbe ein wesentliches Element von einer Substanz bilden, wie z. B. vom Zucker oder von der Stärke in ihrem trockensten Zustande, und in diesem Falle läßt es sich nicht davon trennen, ohne die Zusammensetzung zu zerstören; oder es kann ein zufälliger Bestandtheil von einer Substanz sein, wie z. B. vom Zucker oder von der Stärke im feuchten Zustande, in welchem Falle sich häufig mehr oder weniger von dem Wasser wieder entfernen läßt, ohne daß dadurch die wesentlichen Eigenschaften der Zusammensetzung zerstört würden. Nun enthalten sehr viele organische Körper (vielleicht alle, mit denen es unsere gegenwärtige Untersuchung zu thun hat) Wasser in diesen beiden Formen, nicht nur als wesentliches Element, sondern auch als zufälligen Bestandtheil, und in den meisten Fällen ist es unmöglich, zwischen beiden zu unterscheiden. Die Verbindungsart jedoch unter den Elementen der Körper, in diesen zwei Zuständen ihrer Vereinigung mit Wasser, muß völlig verschieden sein. Worin diese Verschiedenheit bestehe, wissen wir nur sehr unvollständig; aus den folgenden Erläuterungen aber wird der Leser sich eine deutlichere Vorstellung von der Natur dieser zwei Verbindungsarten machen können; vielleicht werfen sie auch einiges Licht auf die Ursache ihrer Verschiedenheit.

Wir haben im ersten Theile dieses Werkes gesagt, daß die Atomgewichte des Kohlenstoffs und des Wassers von den Chemikern in der Regel mit den Zahlen 6 und 9 bezeichnet werden, während das Gewicht des Wasserstoffs 1 ist. Auch haben wir die Meinung aufgestellt, daß die Moleculen oder Atome des Kohlenstoffs und Wassers, wo mehr als eine vorhanden ist, anstatt getrennt zu bleiben, sich in Gruppen oder zu Supermoleculen vereinigen, und daß Kohlenstoff, Wasser und ähnliche Körper sich immer, nicht als einzelne Moleculen, sondern nur als eine Supermolecule verbinden. Zur Erläuterung dieser Ansicht wählen wir als Beispiel die Molecularverbindung bei den verschiedenen Arten des Zuckers.

Der Rohrzucker ist in seinem reinsten und trockensten Zustande,

nach der Sprache der Chemiker, aus 9 Atomen Kohlenstoff und 8 Atomen Wasser zusammengesetzt. Nun nehmen wir an, diese 9 Atome Kohlenstoff und 8 Atome Wasser seien in zwei Supermoleculen vereinigt, deren eine (9 + 6) 54, die andere (8 + 9) 72 wiegt. So ist demnach eine Molecule Rohrzucker eine binäre Zusammensetzung von einer Supermolecule Kohlenstoff im Gewichte von 54 und einer Supermolecule Wasser im Gewichte von 72. Der Honigzucker ferner ist zusammengesetzt aus 9 Atomen Kohlenstoff und 12 Atomen Wasser, oder, nach unserer Ansicht von der Molecularaggregation, aus einer Supermolecule Kohlenstoff im Gewichte von 54, wie beim Rohrzucker, und einer Supermolecule Wasser, deren Gewicht nicht weniger als (12 + 9) 108 beträgt. Ein ähnliches Beispiel giebt die Zusammensetzung des Lignin, eines andern aus der Klasse der zuckerstoffhaltigen Körper. Das Lignin, das in allen seinen verschiedenen Formen aus wesentlich gleichen Gewichten Kohlenstoff und Wasser besteht, ist zusammengesetzt aus 9 Atomen Kohlenstoff und 6 Atomen Wasser; oder, nach unserer Ansicht, aus zwei Supermoleculen im Gewichte von (9 + 6) 54 und (6 + 9) 54. Sonach läßt sich die Klasse der zuckerstoffhaltigen Körper auf folgende Weise darstellen:

Kohlenstoff.		Wasser.	
54	+	54	Lignin.
54	+	72	Rohrzucker, Waizenstärke.
54	+	108	Honigzucker, Pfeilwurz.

Diese Molecularconstitution der zuckerstoffhaltigen Körper wollen wir mit der des Essigs vergleichen. In seiner reinsten und flüchtigsten Form ist der letztere aus 4 Atomen Kohlenstoff und 3 Atomen Wasser zusammengesetzt, oder, nach unserer Ansicht, aus zwei Supermoleculen im Gewichte von (4 + 6) 24 und (3 + 9) 27; während der krystallisirte Essig das gleiche Verhältniß Kohlenstoff und $1/3$ mehr Wasser enthält. Sonach läßt sich die Molecularconstitution dieser zwei verschiedenen Essigformen auf folgende Weise darstellen:

Kohlenstoff.		Wasser.	
24	+	27	reiner Essig.
24	+	36	krystallisirter oder fester Essig.

Wir haben diese Zusammensetzung des Essigs angeführt, um den Leser auf den Unterschied zwischen der Supermolecule des Kohlenstoffs in dieser Säure und der in den zuckerhaltigen Körpern aufmerksam zu machen; ein Unterschied, der wahrscheinlich die auffallende Verschiedenheit der wahrnehmbaren Eigenschaften dieser zwei Klassen von Körpern begründet. Warum aber die Supermolecule Kohlenstoff in zuckerhaltigen Körpern 54 und im Allgemeinen selbstattractiv ist und Süßigkeit erzeugt; oder warum die Supermolecule Kohlenstoff im Essig 24 ist und ein Streben nach der selbstrepulsiven Form und zur Hervorbringung von Säure zeigt, das wissen wir nicht und werden es wohl nie vollständig erklären können. Eine sorgfältige und genaue Untersuchung der Erscheinungen würde jedoch auch hier manche Dunkelheiten aufhellen.

Dieß sind die Grundsätze, nach denen, wie wir glauben, die chemische Verbindung der organischen, ja aller andern Zusammensetzungen vor sich geht. Ist dem wirklich so, so lassen sich daraus sehr interessante und wichtige Folgerungen ableiten. Im Allgemeinen haben wir es mit diesen nicht zu thun; einige derselben jedoch, welche die Zusammensetzung der Nahrungsstoffe betreffen, mögen hier eine Stelle finden:

a. Der Leser bemerke den Unterschied zwischen den zwei Supermoleculen Kohlenstoff und Wasser in der Zuckerbildung. Die des Kohlenstoffs ist durch die ganze Klasse der zuckerhaltigen Stoffe gleich, während die des Wassers sich verändert. Sonach glauben wir annehmen zu dürfen, daß dieser Unterschied auch in andern Fällen Statt findet; daß in verschiedenen organischen Substanzen derselben Gattung die Supermolecule des Kohlenstoffs, oder irgend eines seiner Ingredienzien, das beständige und *characteristische* Element bleibt, und daß die verschiedenen Modificationen von den Veränderungen in der Supermolecule des Wassers herrühren, welche deshalb die *modificirende* Supermolecnle heißen mag.

b. Die Art, wie die modificirende Thätigkeit wirkt, kann auf folgende Weise deutlicher gemacht werden. Gießen wir einem Theile Rohrzucker gerade so viel Wasser zu, als nöthig ist, damit

sich dasselbe mit dem Rohrzucker verbinde nnd denselben in Honigzucker verwandle, so finden wir, daß wir diese Verwandlung doch nicht zu Stande bringen, sondern daß vielmehr das zugegossene Wasser wieder abfließt und den Rohrzucker in seinem ursprünglichen Zustande läßt. Auf der andern Seite können wir zwar durch Hülfe der Wärme dem Honigzucker einen Theil seines Wassers entziehen, aber wir bekommen dadurch keinen Rohrzucker-ähnlichen Stoff; vielmehr wird der Honigzucker zerstört oder gänzlich zersetzt. Diese Thatsachen beweisen daher, daß die größere Quantität Wasser, welche den Unterschied zwischen dem Honigzucker und dem Rohrzucker begründet, mit jenem so wirklich und wesentlich verbunden ist, daß diese Verbindung nicht künstlich nachgeahmt werden kann, während bei diesem das Wasser nur als ein zufälliger Bestandtheil vorhanden sein mag. So können wir also nach unserer Ansicht von der Molecularaggregation der Körper sagen: jede einzelne Supermolecule des schwächeren Zuckers enthält einen Theil jener größeren Quantität Wasser als ein wesentliches Element ihrer Zusammensetzung. Demnach kann dieses Wasser von keiner Zusammensetzung getrennt werden, ohne die ganze Beschaffenheit ihrer Molecularelemente zu zerstören; was auch, wie wir oben beim Honigzucker gesehen haben, wirklich der Fall ist. Auf der andern Seite können wir sagen, daß die Moleculen des zufälligen Wassers kein wesentliches Element von den Moleculen des Zuckers oder anderer Körper bilden; sondern daß diese zufälligen Moleculen Wasser nur in einem Zustande loser Verbindung mit den wesentlichen Moleculen des Zuckers oder anderer Körper sich befinden. Sonach ist es also leicht, dieses Wasser wieder von ihnen zu trennen, ohne dieselben zu zerstören.

c. Es läßt sich als allgemeine Regel aufstellen: je größer die Zahl ist, welche das Gewicht der Supermolecule irgend einer zusammengesetzten Substanz bezeichnet, sei diese nun die characteristische oder die modificirende Supermolecule, desto leichter wird dieselbe zersetzt. So ist der Honigzucker leichter zu zersetzen

und viel weniger permanent, als der Rohrzucker, dagegen das Lignin permanenter, als der reinste Zucker. Auf gleiche Weise gilt, wenn Wasser das modificirende Element einer Zusammensetzung ist, die Regel: je größer die die Supermolecule des Wassers bezeichnende Zahl ist, desto größer ist meistens die Auflösbarkeit der Zusammensetzung.

d. Wir haben bis jetzt noch keine chemischen Ausdrücke, welche diesen Unterschied in der Zusammensetzung gehörig bezeichneten. Es sind jedoch die Ausdrücke „stark“ und „schwach“, welche im Handel gebraucht werden, um die verschiedenen Varietäten des Zuckers zu unterscheiden, ziemlich bezeichnend, weshalb wir sie gebrauchen wollen, um ähnliche Varietäten anderer organischer Zusammensetzungen zu benennen. Wenn wir also von einer starken Zusammensetzung sprechen, so meinen wir eine solche, deren constituirende Supermoleculen, wie die des starken Rohrzuckers, weniger complicirt sind, als die Supermoleculen eines schwachen Stoffes, wie z. B. des Honigzuckers. Ebenso haben wir noch keine besondern Ausdrücke für die Verwandlung einer starken Substanz in eine schwache oder umgekehrt. Deshalb bedienen wir uns hiefür der Ausdrücke „Reduction“ und „Vervollständigung.“

In den obigen Erläuterungen über den modificirenden Einfluß des Wassers in organischen Zusammensetzungen, haben wir den Zucker blos darum als Beispiel gewählt, weil er das bekannteste ist. Wir haben jedoch wiederholt darauf hingewiesen, daß genau dieselben Gesetze die Zusammensetzung aller organischen Körper zu leiten scheinen. So ist bei den starken oder festen Oelen oder Fettigkeiten, deren charakteristische Supermolecule, wie bemerkt wurde, einige Verwandschaft mit Oelgas hat, die modificirende Molecule Wasser sehr gering, vielleicht in einigen öligen Körpern sogar eine Submolecule; während dagegen Alcohol, dem schwächsten Zustande des Oelstoffs, das Gewicht der modificirenden Supermolecule Wasser mehr als die Hälfte von dem Gewichte des Oelgases beträgt, und Alcohol völlig in Wasser auflöslich ist.

Auch die gallert- und eiweißartigen Substanzen bieten genau

dieselben Verschiedenheiten dar. Der starke zähe Leim, der in den Künsten angewendet wird, wird aus den festeren Theilen der Häute alter Thiere bereitet; während die gallertartige Form oder der schwache Leim aus den Häuten jüngerer und zärterer Thiere gewonnen wird. Diese zwei Varietäten des Leims unterscheiden sich von einander in den Gewichten der modificirenden Supermoleculen des Wassers, das sich mit ihnen verbindet. Ueberhaupt läßt sich bemerken, daß die Grundstoffe der alten und der jungen Thiere sich hauptsächlich in den Gewichten ihrer modificirenden Supermoleculen Wasser unterscheiden, und daß die Ungleichheit ihrer Eigenschaften hauptsächlich von dieser Differenz herrührt.

Wenn der Leser die hier aufgestellten Grundsätze hinsichtlich der chemischen Beschaffenheit organischer Körper und der Art und Weise, wie auf dieselben ihr modificirender Bestandtheil, das Wasser, einwirkt, recht verstanden hat und dieselben im Gedächtniß behält, so wird er im Stande sein, uns jetzt weiter zu begleiten, und es wird ihm nicht schwer werden, sich einen allgemeinen Begriff von den chemischen Verrichtungen des Magens zu bilden.

Die Verrichtungen des Magens, als eines Ganzen, sind folgende:

1) Der Magen hat das Vermögen, die Nahrungsstoffe aufzulösen oder sie wenigstens halbflüssig zu machen. Diese Verrichtung scheint durchaus chemisch zu sein und wird wahrscheinlich durch Reducirung der Eigenschaften der Nahrungsstoffe bewirkt.

2) Der Magen hat innerhalb gewisser Gränzen das Vermögen, die einfachen Nahrungsstoffe, die wir im vorigen Capitel beschrieben haben, in einander zu verwandeln. Ohne ein solches Vermögen des Magens könnte jene Gleichförmigkeit in der Zusammensetzung des Milchsaftes, welche wohl zur Existenz eines jeden Thieres nothwendig ist, nicht bewirkt werden. Dieser Theil der Verrichtungen des Magens scheint, wie der Reductionsproceß, chemisch zu sein, geht jedoch etwas langsamer vor sich. Man kann ihn den Verwandlungsproceß des Magens nennen.

3) Der Magen muß endlich, innerhalb gewisser Gränzen, auch das Vermögen haben, die verschiedenen Nahrungsstoffe zu organisiren, damit sich dieselben besser zur Verbindung mit einem lebendigen Körper eignen, als es die rohen Nahrungsmittel könnten. Diese organisirende Thätigkeit des Magens kann unmöglich eine chemische sein. Es ist vielmehr eine Lebensäußerung, deren Wesen aber völlig unbekannt ist.

1) Von dem Reductionsvermögen des Magens. — Um diese Function deutlicher zu machen, wollen wir die Erscheinungen, welche während der Verwandlung der einfachen eiweißhaltigen Stoffe in das Eiweiß des Chymus vorgehen, der Reihe nach verfolgen, ohne dabei auf irgend eine andere Veränderung Rücksicht zu nehmen.

Wenn ein Theil flüssigen Eiweißes, z. B. das Weiße eines rohen Eis oder Milch, in den Magen eines Thieres, z. B. eines Hundes, gebracht wird, so wird sie alsbald fest, oder, nach dem gewöhnlichen Ausdrucke, sie gerinnt, coagulirt. Dieses Festwerden ist wahrscheinlich eine rein chemische Veränderung, denn sie würde unter gleichen Umständen auch außerhalb des Körpers vorgehen; d. h. wenn das Weiße eines Eis oder Milch mit einer mehr oder minder sauren Flüssigkeit, wie diejenige, welche im Magen der Thiere während der Verdauung sich absondert, vermischt würden, so würden sie gerinnen. Diese Veränderung muß aber einen gewissen Zweck haben, da die Mägen der Thiere hauptsächlich auf feste Stoffe zu wirken im Stande sind. Jedoch können wir sie nicht als wesentlich für die folgenden Processe betrachten, da Gallerte, ein dem Eiweiß in seiner Zusammensetzung ganz ähnlicher Nahrungsgrundstoff, unter ähnlichen Umständen keine solche Veränderung erleidet. Das Eiweiß, das durch den Einfluß der Säfte des Magens geronnen und in eine feste Masse oder einen Klumpen verwandelt worden ist, erleidet bald weitere Veränderungen, besonders derjenige Theil der Masse, der die Magenwand unmittelbar berührt. Diese geronnene Masse wird gallertartig; hierauf erweicht sich jeder Theil mehr und mehr, bis zuletzt das Ganze flüssig zu werden anfängt und nach einigen weiteren Veränderungen allmählig in den Zustand des

sogenannten Magenbreis übergeht. Bei allen diesen Verwandlungen aber hat das Eiweiß keine wesentliche Veränderung erlitten. Was als Eiweiß in den Magen gekommen ist, das ist auch noch Eiweiß im Magenbrei, wenigstens nach der Behauptung der Chemiker. Dennoch aber ist es von jenem gänzlich verschieden. Das des Eis außerhalb des Magens gerinnt durch die Wärme zu einem festen elastischen Körper. Das Eiweiß des Magenbreis aber gerinnt zwar auch durch die Wärme, allein dieses Gerinnen ist so unvollkommen und das Erzeugniß so wenig zähe, daß es sich auffallend von dem geronnenen Eiweiß des Eis unterscheidet. Was ist also im Magen mit dem Eiweiß vorgegangen? Sehen wir allein auf seine Neigung zu coaguliren, so ist es rein chemisch mit einem Theile Wasser verbunden worden. Das feste und zähe Eiweiß ist durch diese Verbindung mit Wasser auf den möglich schwächsten Zustand — so zu sagen auf den zarten Kindheitszustand reducirt worden; kurz, auf einen Zustand, der demjenigen der schwachen Zuckerarten und anderer organischen Zusammensetzungen, in Vergleich mit den starken und vollkommenen Varietäten derselben Stoffe, wie wir sie im vorigen Kapitel beschrieben haben, durchaus analog ist.

Dieß wäre eine Beschreibung der rein auflösenden oder reducirenden Kräfte des Magens. Wir haben nun zunächst zu zeigen, wodurch diese Auflösung oder Reduction bewirkt wird.

Der Proceß der Verbindung verschiedener Substanzen mit Wasser, wodurch dieselben aus einem stärkeren auf einen schwächeren Zustand reducirt werden, läßt sich in gewissen Fällen und bis zu einem gewissen Grade auch künstlich bewerkstelligen. In keinem Falle aber scheinen wir im Stande zu sein, den Proceß auch umzukehren, oder eine organische Zusammensetzung durch Absondern des mit ihr verbundenen Wassers stärker zu machen. Wir können z. B. gewissermaßen einen starken Zucker schwächer, aber nicht umgekehrt einen schwachen stärker machen; obgleich eine solche Veränderung, innerhalb gewisser Gränzen, den organischen Kräften eben so leicht zu sein scheint, als der Reductionsproceß.

Die verschiedenen Operationen der Kochkunst, als Rösten, Sieden, Backen u. s. w., haben alle eine reducirende Wirkung und lassen sich deshalb als vorbereitend für die auflösende Verrichtung des Magens betrachten. Den Menschen hat seine Natur gelehrt, diese Operationen sich zu Nutzen zu machen, und durch sie hauptsächlich ist er in den Stand gesetzt, alles zu essen: denn ohne eine solche Vorbereitung würde ein sehr großer Theil der Stoffe, die er als Nahrung zu sich nimmt, völlig unverdaulich sein; durch die Processe der Kochkunst aber lassen sich oft die widerstrebendsten Stoffe nahrhaft machen. So wird durch wiederholtes Backen und Sieden selbst die Holzfaser in eine stärkeartige Masse verwandelt, welche nicht allein die meisten Eigenschaften des Stärkestoffs besitzt, sondern woraus sogar Brod bereitet werden kann. Die Kochkunst steht in keinem geringen Ansehen unter den Menschen; aber leider! sind die Köche selten Chemiker und verstehen nicht einmal die einfachsten chemischen Grundsätze ihrer Kunst. Deßwegen ist auch ihr Bemühen sehr häufig nicht darauf gerichtet, gesunde Nahrungsstoffe verdaulicher zu machen, was der wahre Zweck der Kochkunst sein soll, sondern ungesunde genießbar zu machen, indem man sich thörichter Weise einbildet, daß das, was dem Gaumen angenehm ist, auch für den Magen gesund sein müsse. Schwerlich aber läßt sich wohl ein falscherer Schluß denken; denn obgleich durch eine schöne Einrichtung der Vorsehung das Gesunde selten unangenehm ist, so läßt sich der umgekehrte Schluß doch keineswegs auf den Menschen anwenden, da manches, was dem Gaumen angenehm schmeckt, nicht selten sehr schädlich ist. Zwar vermeiden Thiere meistens aus Instinct jede ungesunde Nahrung, wahrscheinlich, weil alles schädliche wirklich auch ihrem Gaumen nicht zusagt. Was jedoch den Menschen betrifft, so ist bei ihm die Wahl seiner Nahrungsstoffe ganz seiner Vernunft überlassen.

Um die Wichtigkeit einer verständigen Anwendung der Kochkunst ins Licht zu setzen, bemerken wir, daß die eigenthümliche Function des Magens, die wir gegenwärtig betrachten, nämlich der in ihm vorgehende Reductionsproceß, großen Störungen unterworfen ist. Bei einigen Individuen ist dieses Reductions-

vermögen so schwach, daß ihr Magen oft kaum die einfachste feste Nahrung aufzulösen vermag. Bei einer solchen Beschaffenheit des Magens wäre eine Nahrung von hartem Fleisch oder andern festen Stoffen kaum weniger als Gift, während die nämlichen Thier- und Pflanzenstoffe oft sehr gesund sind, wenn sie zu einem Brei verkocht werden. Umgekehrt ist zuweilen, wie z. B. bei der Harnruhr, die auflösende Kraft des Magens auf eine unnatürliche Weise gesteigert, und jede Speise wird, sobald sie verschluckt ist, sogleich aufgelöst und absorbirt. In einem solchen Falle ist eine Diät und eine Bereitungsweise der Speisen nöthig, welche derjenigen geradezu entgegengesetzt ist, die sich bei einer Schwäche der Reductionskraft so wohlthätig erweist, und der Mensch muß feste und dabei nahrhafte Speisen wählen.

Was unsere Kenntniß von dem Wesen jener Thätigkeit betrifft, durch welche im Magen die Verbindung der Nahrungsstoffe mit Wasser bewirkt wird, so läßt sich hierüber nicht viel Bestimmtes sagen. Die Hauptrolle dabei scheint die Flüssigkeit des Magens zu spielen, welche aus zahlreichen Drüsen, die sich gegen die Mündung des Pförtners zu befinden, abgesondert wird. Die durch das Kauen vorläufig zerriebene und mit Speichel und andern Flüssigkeiten vermischte Nahrung kommt im Magen in Berührung mit der von ihm abgesonderten Flüssigkeit, und wird entweder hiedurch, oder durch eine andere Thätigkeit dieses Organs, mit Wasser vermengt und auf diese Weise mehr oder minder flüssig. Ein Bestandtheil jener wichtigen Flüssigkeit des Magens ist Chlor, in einem gewissen Zustande der Verbindung, und zwar scheint es ein nothwendiger Bestandtheil zu sein; denn die Absonderung in seinem gesunden Zustande enthält immer mehr oder weniger davon, und der mächtige Einfluß dieses Grundstoffs scheint viel dazu beizutragen, jene Verbindung der Nahrung mit Wasser zu bewerkstelligen. Dieses zum Reductionsprocesse so nothwendige Chlor ist vielleicht noch häufiger, als irgend ein anderer bei der Assimilation der Nahrung thätiger Stoff, eine Ursache von Störungen. Denn oft geschieht es, daß statt des Chlors oder ein wenig freier Salzsäure eine bedeutende Menge der letzteren entwickelt wird, die dann nicht blos viele geringere Störungen

verursacht, sondern auch den Reductionsproceß selbst mehr oder minder verzögert.

Die Quelle dieser Chlor- oder Salzsäure muß das gemeine Salz des Blutes sein, denn es ist durchaus unnöthig anzunehmen, daß sie unmittelbar erzeugt werde. Das Chlor wird demnach aus dem Blute abgesondert, und man kann fragen, was das für eine Wirksamkeit sei, die aus einem so heterogenen Stoffe, wie das Blut, Chlor absondern kann? Wir kennen eine Kraft, die eine solche Wirksamkeit ausübt, nämlich die Electricität, und diese Kraft scheint, wie oben bemerkt wurde, im thierischen Organismus auf dieselbe Weise und nach denselben Grundsätzen angewandt zu sein, wie die Stoffe selbst, aus denen der thierische Körper zusammengesetzt ist. Sonach läßt sich vielleicht die Zersetzung des Salzes im Blute auf die unmittelbare Wirksamkeit dieser Potenz, der Electricität, zurückführen. Aber jetzt entsteht die Frage: was wird aus der Soda, aus der die Salzsäure frei gemacht wurde?

Unstreitig bleibt sie im Blute zurück, und ein Theil derselben ist ohne Zweifel dazu erforderlich, die schwache alkalische Beschaffenheit, die der Flüssigkeit des Blutes wesentlich ist, zu erhalten. Der größere Theil aber geht wahrscheinlich in die Leber und wird mit der Galle in den Zwölffingerdarm gebracht, wo er wiederum mit der Säure, die von dem Magen aus dem Blut abgesondert worden war, in Verbindung gesetzt wird. Diese Bemerkungen, welche die Wichtigkeit des gemeinen Salzes im thierischen Haushalte ins Licht setzen, scheinen jenes instinctmäßige Verlangen nach dieser Substanz, welches alle Thiere zeigen, genügend zu erklären.

Geben wir zu, daß die Zersetzung des Salzes im Blute unmittelbare Wirkung des Galvanismus ist, so haben wir in den Hauptwerkzeugen der Verdauung eine Art galvanischen Apparat, von dem die Schleimhaut des Magens und vielleicht die des ganzen Darmkanals als der saure oder positive, die Leber aber als der alkalische oder negative Pol angesehen werden kann. Mögen wir aber eine solche galvanische Thätigkeit annehmen oder nicht, was auch im Grunde von keinem großen Belange ist,

jedenfalls läßt sich das Obige als einfache Darstellung der Thatsachen ansehen, in so weit sie sich auf die salzigen Bestandtheile des Blutes beziehen. Mag ferner die Natur jener Kräfte, durch welche diese Veränderungen bewirkt werden, sein, welche sie will; zugleich mit diesen Veränderungen, und wahrscheinlich vermittelst derselben Kräfte, gehen andere sehr wichtige Veränderungen oder Processe vor, von denen wir bald einige näher kennen lernen werden. Indessen schließen wir diese Beschreibung der vorbereitenden Function des Magens mit der Bemerkung, daß wir guten Grund haben, anzunehmen, daß jene auflösende Kraft, die wir beschrieben haben, oder wenigstens eine ihr sehr ähnliche, sich nicht allein im Magen, sondern in jedem Theile des thierischen Körpers findet. In allen Thieren sind kleine Röhren, Saugadern genannt, die in jedem Theile ihres Körpers entstehen, sich zuletzt vereinigen und mit den Milchgefäßen ins Blutsystem übergehen. Die Function dieser Röhren ist, alle die Theile aus dem Körper zu entfernen, welche ihre Dienste geleistet haben und nicht mehr brauchbar sind. Natürlich müssen feste Theile, ehe sie auf diese Weise entfernt werden können, zuvor aufgelöst (wirklich verdaut) sein, und diese Auflösung wird in vielen Fällen, wahrscheinlich wie bei der Verdauung, dadurch bewirkt, daß diese festen Theile mit Wasser verbunden werden. Diese angenommene Analogie zwischen der auflösenden Thätigkeit des Magens und der durch den ganzen Körper herrschenden, scheint durch die Aehnlichkeit der Milchgefäße und der Saugadern hinsichtlich ihrer Struktur und Verrichtung bestätigt zu werden, denn in der That bilden sie nur Ein System. Hierauf werden wir jedoch später noch einmal zurückkommen.

2) Von dem Verwandlungsvermögen des Magens. — Obgleich die Verhältnisse der verschiedenen Bestandtheile des Milchsaftes vielfachen Veränderungen unterworfen sind, je nach der Natur der Nahrung, so bleibt doch, die Nahrung mag bestehen, aus was sie will, die allgemeine Zusammensetzung und der Charakter des Milchsaftes stets derselbe. Demnach muß der Magen eine Fähigkeit oder ein Vermögen besitzen, dessen Geschäft es ist, diese gleichförmige Zusammensetzung des Milch-

saftes durch angemessene Einwirkung auf solche Stoffe, wie sie die Umstände in seinen Bereich bringen, zu bewerkstelligen. Zwar lassen sich zwei der Hauptstoffe, aus denen der Chylus gebildet ist, nämlich der Eiweißstoff und der Oelstoff, als bereits zu jenen Zwecken geeignet betrachten, ohne daß sie eine wesentliche Veränderung in ihrer Zusammensetzung erfahren dürften. Aber die zuckerhaltigen Nahrungsmittel, welche einen sehr großen Theil von der Nahrung aller Thiere bilden, ausgenommen der rein von Fleisch lebenden, sind keineswegs für eine so schnelle Verähnlichung geeignet. Ja es müssen mehrere wesentliche Veränderungen mit ihnen vorgehen, ehe sie in Eiweißstoff oder in Oelstoff verwandelt werden können.

Höchst wahrscheinlich sind diese wesentlichen Veränderungen unter den gewöhnlichen Umständen durchaus chemisch, d. h. solche, wie sie statt finden oder vielmehr statt finden würden, wenn die Elemente der so im Magen veränderten Substanzen außerhalb des Körpers so vereinigt werden könnten, daß diejenigen Verwandtschaften in Wirksamkeit gesetzt würden, welche für die im Magen hervorzubringenden Veränderungen nöthig sind. So wird, wie wir wissen, der Zuckerstoff von selbst zu Alcohol, der, wie bemerkt wurde, ein rein öliger Körper schwacher Art ist. Wenn sonach im Magen Zucker in Oel verwandelt werden muß, so ist es wahrscheinlich, daß er genau dieselbe Reihe von Veränderungen durchläuft, die er außerhalb des Körpers, während seiner Verwandlung in Alcohol, erfährt. Die Verwandlung des Zuckers in Eiweiß können wir nicht gleicherweise verfolgen, weil wir die Zusammensetzung dieser zwei Substanzen und die Gesetze, nach welchen ihre Veränderungen vor sich gehen, nicht kennen. Ebenso unbekannt ist uns bis jetzt der Ursprung des Stickstoffs im Eiweiß, obgleich derselbe in allen gewöhnlichen Fällen aus irgend einer äußern Quelle in die Körper zu kommen scheint. Daß der Oelstoff in die meisten, wenn nicht in alle zur Existenz der thierischen Körper nöthigen Stoffe verwandelt werden kann, scheint die wohlbekannte Thatsache zu beweisen, daß das Leben eines Thiers durch Einsaugung des in seinem Körper enthaltenen Oelstoffs längere Zeit gefristet wird. So sind viele über-

winternde Thiere, wenn sie sich im Herbste zurückziehen, um ihren Winterschlaf zu halten, außerordentlich fett. Während des Schlafes jedoch verliert sich diese Fettigkeit allmählig, so daß sie im Frühling ganz mager und erschöpft erwachen.

Der Leser wird bemerkt haben, daß wir uns oben des Ausdrucks „unter den gewöhnlichen Umständen" bedienten; es ist vielleicht nicht unnöthig, denselben jetzt näher zu erklären.

Wenn ein Thier immer von der seiner Natur angemessenen Nahrung lebt, so geht eine regelmäßige Reihe von Veränderungen in demselben vor, und die Nahrungsstoffe werden in Chylus verwandelt. Es ist jedoch ein allgemeiner charakteristischer Vorzug der organischen Wesen, daß sie innerhalb gewisser Gränzen und für eine bestimmte Zeit fähig sind, ihre Gewohnheiten zu ändern und sich den Umständen anzubequemen. Demnach finden unter außerordentlichen Umständen nothwendig auch außerordentliche Veränderungen statt. In einigen Fällen grenzen diese ans Wunderbare und liegen außer aller Berechnung. Die Assimilationsorgane scheinen sogar Stoffe zu zersetzen, die bis jetzt als Elemente betrachtet werden, ja! Stickstoff oder Kohlenstoff zu bilden, so daß es unmöglich ist, zu bestimmen, was diese Organe im Nothfalle zu verrichten im Stande sind. Dergleichen Aeußerungen betrachtet man aber mit Recht als Ausnahmen; die gewöhnliche Wirkungsart ist immer die einfachste und die, welche als Regel angesehen werden muß.

3) Von der Lebenskraft des Magens. — In diesem Theile unserer Untersuchung begegnen wir allen den Schwierigkeiten, die wir bei der Erklärung der Thätigkeiten lebendiger Wesen zu überwinden haben. Das Allgemeine jener großen und wesentlichen Veränderungen, welche die Nahrungsstoffe erleiden, kann mit der gehörigen Sorgfalt und Aufmerksamkeit verfolgt und dargestellt werden; alles Weitere aber wird uns wohl immer unbekannt bleiben. Wenigstens wissen wir, obgleich uns die chemischen Veränderungen nicht unbekannt sind, von der Lebenskraft des Magens in Wahrheit gar nichts. Wir haben jedoch allen Grund zu glauben, daß diese Kraft dem Magen durch die Thätigkeit des lebenden Thiers selbst mitgetheilt wird.

Denn wenn auch die Nahrungsstoffe, durch ihre natürliche Zusammensetzung, bis zu einem gewissen Grade für die Endzwecke des thierischen Organismus geeignet sind, so sind sie doch für sich allein unfähig, sich mit demselben zu verbinden, und wenn nicht der Organismus selbst auch das Seinige zu der Arbeit beitrüge, so würde das Werk der Assimilation oder Verähnlichung unvollständig sein.

Von den Veränderungen, welche mit der Nahrung im Zwölffingerdarm vorgehen. — Wir haben oben der Galle und der Bauchdrüsenflüssigkeiten gedacht, als wir von den Organen sprachen, welche diese Flüssigkeiten absondern. Jetzt haben wir die Natur dieser Secretionen oder Absonderungen und ihren Antheil bei den Verrichtungen des Zwölffingerdarms näher zu beschreiben.

Es ist allgemein bekannt, daß die Galle gelb ist und einen starken bittern Geschmack hat. Was ihre chemische Zusammensetzung betrifft, so ist diese sehr heterogen, doch vielleicht nicht in dem Grade, als bisher angenommen wurde, da wahrscheinlich manche der in ihr vorausgesetzten Bestandtheile nur Produkte der bei ihrer Analyse angewandten Methode sind. Wie bei allen thierischen Flüssigkeiten macht auch bei der Galle Wasser einen wesentlichen Bestandtheil aus; die festen in ihr enthaltenen Stoffe aber bestehen fast ganz aus einem oder mehreren Grundstoffen zweiter Ordnung, mit vorherrschendem Kohlenstoff und Wasserstoff. Neben diesen Grundstoffen kommen zugleich, wo nicht in Verbindung damit, Soda, verschiedene Sodasalze und andere Substanzen vor. Die Eigenschaften der Galle sind in verschiedenen Thieren etwas verschieden, in allen bleibt sich jedoch ihr wesentlicher Charakter auf eine wunderbare Weise gleich.

Noch viel weniger kennen wir die Eigenschaften der Flüssigkeit des Pancreas. Früher hielt man ihre Zusammensetzung für dieselbe, wie die des Speichels, neuere Beobachtungen aber haben gezeigt, daß sie auch Eiweiß und eine geronnene Substanz enthält. Sie ist meistens schwach säuerlich und es sind salzige Stoffe darin aufgelöst, ganz ähnlich denen, welche man in allen thierischen Flüssigkeiten findet.

Milchgefäße sind in den dem Magen zunächst gelegenen Theilen des Kanals am zahlreichsten. Aus dem Krummdarm gelangen die unverdauten Stoffe, die Excremente in den Blinddarm, in welchem sie bei einigen Thieren, wie z. B. dem Pferde, einer zweiten Verdauung zu unterliegen scheinen; bei allen Thieren jedoch ist der Inhalt des Blinddärms ein ganz anderer, als in irgend einem dem Magen näher gelegenen Theile des Darmkanals. Von dem Blinddarm gelangt die Masse der Excremente in den Grimmdarm, wo sie noch weiter verändert wird. Die Natur dieser Veränderungen ist jedoch nicht recht bekannt, obgleich sie im thierischen Organismus durchaus nicht unwichtig scheinen. Nachdem endlich alle nahrhaften Stoffe der Speise in das System des Thiers übergegangen sind, ist nichts mehr übrig, als dasjenige, was als gänzlich unbrauchbar ausgeworfen wird.

Dieß ist eine kurze Darstellung der Erscheinungen der Verdauung und Verähnlichung, soweit der Magen und der Darmkanal bei diesen Processen thätig sind. Wir erlauben uns hierüber einige Bemerkungen:

a) Was die Natur und die Wahl der Speisen, so wie die Methoden ihrer künstlichen Bereitung betrifft, so geht aus dem Obigen hervor, daß unter gleichen Umständen die am unvollkommensten organisirten Nahrungsstoffe am schwersten verähnlicht werden, daß folglich die Assimilation krystallisirter oder sehr reiner Substanzen schwieriger sein muß, als die irgend anderer. So sind reiner Zucker, reiner Alcohol und reines Oel viel weniger leicht zu verähnlichen, als Zuckerstoff in der modificirten Stärkeform, oder als jene eigenthümliche Mischung des Alcohols in den natürlichen Weinen, oder als Butter. In diesen modificirten Formen ist die Verähnlichung der Zucker- und Oelstoffe vergleichungsweise leicht. Von allen krystallisirten Substanzen ist der reine Zucker vielleicht am leichtesten zu assimiliren; Jedermann weiß aber aus Erfahrung, daß man von Speisen aus Zucker viel weniger essen kann, als von Speisen aus Stärkestoff. Bei geschwächter Verdauung wirkt der reine Zucker höchst schädlich, vielleicht eben so verderblich, wie reiner Alcohol. In der Natur

findet sich weder reiner Zucker noch reine Stärke vor, und diese Stoffe werden immer nur durch mehr oder minder schwierige künstliche Processe gewonnen, bei denen leider! der Mensch, wie bei vielen Processen der Kochkunst, allzügeschäftig sich zeigt, indem er mehr darauf sieht, was den Gaumen kitzelt, als was ihm seine Vernunft als gesund und heilsam ausweist. Bei vielen Personen, die an schwerer Verdauung leiden, ist das Verähnlichungsvermögen des Systems bereits so sehr geschwächt, daß es das Krystallisiren eines Theils ihrer circulirenden Flüssigkeiten nicht verhindern kann. So bilden sich manchmal bei gichtischen Invaliden Kalkmassen in den Gelenken. Wie mögen nun Menschen, deren Natur so wenig Gewalt über ihre eigenen Flüssigkeiten hat, meinen, sie werden fremde Krystallisationen sich assimiliren können? Wenn deshalb ein solcher Podagrist, ehe er sich zu einem üppigen Bankett niedersetzt, das aus Zucker, Oel und Eiweiß in jedem Zustand und jeder Verbindung zusammengesetzt ist, nur nicht in der, die sich am besten zur Nahrung eignet, einen Augenblick inne halten und sich fragen wollte: hat dieser mein geschwächter und kranker Magen auch die Kraft, alle diese Dinge in gesundes Fleisch und Blut zu verwandeln? — so würde er wahrscheinlich mit einer einfachern Mahlzeit sich begnügen und sich so manches Leiden ersparen.

b) Wir haben oben gesehen, daß die Nahrungsstoffe der Thiere wesentlich aus drei oder vier Elementen zusammengesetzt sind. Ferner haben wir gefunden, daß die vollkommeneren dieser Stoffe, durch welche das thierische Leben sich erhält, Zusammensetzungen aus drei oder vier Grundstoffen zweiter Ordnung sind, deren wesentlicher Charakter im Ganzen (den Zuckerstoff ausgenommen) mit den Urstoffen des thierischen Körpers selbst identisch ist, weshalb eben vielen Thieren die Mühe erspart ist, jene genannten Grundstoffe aus ihren Elementen zu bilden, indem sie dieselben nur, wie ihre Bedürfnisse es erfordern mögen, wieder zu ordnen brauchen. Das Geschäft, jene Grundstoffe zu bilden, ist so den niederern Thieren oder den Pflanzen überlassen, welche mit der Fähigkeit begabt sind, die genannten

Stoffe aus Materien zusammenzusetzen, die auf der organischen Stufenleiter noch niederer stehen, als jene Thiere und Pflanzen. Sonach sehen wir eine Reihenfolge von dem niedersten Wesen an, das seine Nahrung aus Kohlenstoff und Kohlensäure nimmt, bis aufwärts zu dem vollkommensten Thiere, in welcher jedes einzelne Wesen das zunächst unter ihm stehende sich zur Nahrung aussucht, übrigens auch bei außerordentlichen Fällen und in geringerem Grade das Vermögen besitzt, sich alles zu assimiliren, nicht nur was unter ihm, sondern auch was über ihm steht im System der organischen Schöpfung.

c) Wir haben die Vermuthung aufgestellt, daß die Lebenskraft mittelst des Galvanismus, der gewöhnlichen Kraft, die auch in der unorganischen Welt thätig ist, ihre Wirkungen hervorbringt, und daß der Verdauungsapparat als ein Ganzes betrachtet nach galvanischen Gesetzen eingerichtet zu sein scheint. Wir bemerken jedoch ausdrücklich, daß wir die Lebenskraft, welche im Ganglienervensystem ihren Sitz hat und die electrische Thätigkeit verwendet, nicht für die Electricität selbst halten, obgleich die Thätigkeit der Ganglien wahrscheinlich die niederste im thierischen Körper ist und nur gleichsam eine Stufe höher, als die Kräfte der unbelebten Materie steht. Diese Bemerkung ist um so nöthiger, da man, nicht gehörig bedenkend, was Electricität ist, und was die im Nervensystem der Thiere wirksamen Kräfte sind, die Behauptung aufgestellt, ja sogar durch Experimente zu bestätigen versucht hat, daß diese Nerventhätigkeiten mit den electrischen Kräften identisch seien. Unmöglich läßt sich ein größerer Irrthum denken. Angenommen auch, die Electricität wäre im Stande, bei gehöriger Anwendung die Grundstoffe der Nahrung in die des Milchsafts zu verwandeln; können wir aber auch glauben, daß die Electricität von selbst ihre Wirkungsart so zu verändern vermag, daß sie denselben Chylus aus jeder Art von Speisen erzeugt — daß sie eine intelligente Kraft ist, die nach gewissen Zwecken wirkt? Ferner, wenn die Nerventhätigkeit in einer Reihe von Nerven mit der Electricität identisch wäre, so müßte sie dieß mehr oder weniger in allen sein; denn wenn sich auch denkt, daß in verschiedenen

Klassen von Nerven höhere Kräfte walten, so muß doch das ganze Nervensystem im Allgemeinen gewisse andere Kräfte besitzen, die den niederern in den Ganglien ähnlich, wo nicht mit denselben identisch sind; sonst könnte jener freie Verkehr, den ihre Struktur so deutlich beurkundet, nicht unter den verschiedenen Theilen des Nervensystems Statt finden. Wollte man nun annehmen, daß die niederere Kraft im Nervensystem mit der Electricität identisch sei, wie verschieden müßten die Verrichtungen dieser Kraft in den verschiedenen Klassen der Nerven sein, z. B. in der einen das Verdauen und Verähnlichen der Nahrung, in einer anderen die Gesichts- oder Gehörthätigkeit, im Gehirne selbst das wirkliche Denken oder wenigstens das Vehikel des Denkens! Was die Versuche betrifft, durch die man diese unhaltbare Meinung zu unterstützen suchte, so beweisen sie soviel, als nichts, und lassen sich sehr leicht aus andern Grundsätzen erklären, die jedoch hier nicht weiter auseinandergesetzt werden können. Eine Bemerkung jedoch, die am stärksten gegen diese eingebildete Identität der Nerventhätigkeit mit der Electricität zu sprechen scheint, wollen wir zum Schlusse noch anführen. Bekanntlich gibt es gewisse Fische, welche das Vermögen besitzen, Electricität zu entwickeln und andern Thieren, die sie berühren, einen schmerzhaften Schlag zu versetzen. Nun findet sich bei allen Fischen, welche dieses Vermögen besitzen, wie im Zitteraal, ein ziemlich complicirter Apparat, der sich über einen großen Theil ihres Körpers ausbreitet und ausdrücklich den Zweck hat, diese Electricität zu erzeugen. Demnach ist es außer allen Zweifel gesetzt, daß die Nerven allein nicht hinreichend sind, die Electricität hervorzurufen und daß, wo die Electricität mangelt, ein besonderes Organ für ihre Erzeugung erforderlich ist, ebenso wie für die Erzeugung irgend eines andern Produkts des thierischen Haushalts.

Weitere Bemerkungen über die obigen Erscheinungen werden wir im folgenden Kapitel beizubringen Gelegenheit haben.

Viertes Kapitel.

Von der Verwandlung des Milchsaftes in Blut. Vom Athmen und seinem Nutzen. Von der Secretion. Von der endlichen Zersetzung der organischen Körper. Allgemeine Bemerkungen und Schluss des Werks.

1) Vom Laufe des Milchsaftes aus dem Darmkanal in das Blutgefäßsystem und von der Verrichtung des Einsaugens im Allgemeinen. — Der Milchsaft wird, wie wir bereits erwähnten, aus dem Darmkanal von vielen winzigen Röhren, den sogenannten Milchgefäßen, aufgenommen, welche einen Theil des Systems ähnlicher Röhren bilden, die sich über den ganzen Körper ausbreiten und Saugadern genannt werden. Alle diese Gefäße vereinigen sich, nachdem sie durch allerlei Drüsen sich durchgezogen, endlich in eines oder zwei von größerem Umfange, wobei das auf der linken Seite bei weitem das größte und unter dem Namen des Brustgangs bekannt ist. Diese größeren Saugadern führen die Flüssigkeit, welche sie enthalten, in die sogenannten Schlüsselbeinadern und dadurch in die allgemeine Blutmasse. Die Art der Veränderungen, welche der Milchsaft und die Lymphe bei ihrem Durchgange durch jene Gefäße erfahren, ist nicht genau bekannt. Eine Veränderung besteht offenbar darin, daß der zuerst im Darmkanal sich bildende Milchsaft während seines Laufs durch die Milchgefäße gewissermaßen vollendet oder von Wasser befreit wird; denn obgleich, wenn er sich mit dem Blute vermischt, seine eiweißartigen Stoffe weit unvollkommener entwickelt sind, als die Stoffe des Blutes selbst, so ist doch die Entwicklung dann vollkommener, als wenn der Milchsaft erst aus dem Darmkanal kommt.

Die Stoffe, welche aus den übrigen Theilen des Körpers durch die Aeste des allgemeinen Saugadersystems geführt werden, sind nach der Annahme der meisten Physiologen Auswurfsstoffe.

Daß nun dieses bei einem Theil des Eingesaugten wirklich der Fall sei, ist sehr wahrscheinlich; jedoch mögen einige Beweise dafür angeführt werden, daß keineswegs alle eingesaugten Stoffe Excremente, sondern daß sie mehrfach zum Dienste der Lebensthätigkeit bestimmt sind, indem jede neue Organisation sie um eine Stufe weiter emporhebt und zur Erfüllung höherer Zwecke befähigt.

Die für die obige Ansicht sprechenden Umstände, welche wir jetzt erwähnen wollen, sind:

a) Es ist widersinnig und allem, was wir von den thierischen Thätigkeiten wissen, entgegen, daß der Milchsaft aus einer Art von Auswurfsstoff im Darmkanal ausgesondert werden solle, um sich sogleich wieder mit andern Auswurfstoffen in den Milchsaftröhren zu vermischen. Es ist daher gewiß richtig, vorauszusetzen, daß wenn die in den Saugadern enthaltenen Stoffe wirklich und völlig Auswurfstoffe wären, dieselben sorgfältig gesondert worden wären, und durch andere Mittel als durch Röhren, die mit denjenigen, welche die Nahrungsflüssigkeiten führen, in Verbindung stehen, aus dem Systeme entfernt würden.

b) Durch die Annahme, daß die in den Saugadern enthaltenen Flüssigkeiten einen in hohem Grade thierischen Charakter an sich tragen, wird die Absicht ihrer Vereinigung mit dem rohen und unvollkommen thierischen Milchsafte klar: die Flüssigkeit in den Saugadern ist dann zur Verrichtung eines wichtigen und nothwendigen Dienstes bestimmt, indem sie die Lebenskraft des Milchsaftes steigert und ihn in den Stand setzt, einen Theil der allgemeinen Blutmasse zu werden. Hiemit haben wir einen einleuchtenden Grund, warum die aus der inneren Oberfläche des Darmkanals aufgenommenen Flüssigkeiten mit den aus den übrigen Theilen des Körpers gesogenen vermischt werden müssen; eine Mischung, welche unerklärbar ist, wenn man diese ausgesogenen Flüssigkeiten für völlige Auswurfsstoffe hält.

c) Die allmählige Entwicklung der Grundstoffe des thierischen Körpers, durch wiederholte organische Processe, stimmt ganz mit

den allgemeinen Ansichten der Naturwirkungen überein, welche wir in diesem Werke zu erläutern gesucht haben, und die auf den allgemeinen Schluß führen, daß die Naturwirkungen nie abgebrochene, sondern stets langsam und allmählig sich entwickelnde sind. Ferner ist es wahrscheinlicher, daß die mit dem thierischen Körper bereits assimilirten Stoffe zu dessen unmittelbarem Gebrauche geeigneter sind, als solche, welche, wie der Milchsaft, nur eine unvollkommene Assimilation erreicht haben.

d) Manche Thiere leben eine beträchtliche Zeit von Stoffen, welche in ihren eigenen Körpern enthalten sind. So haben, wie schon früher bemerkt wurde, überwinternde Thiere das Vermögen, diejenigen Stoffe, welche bereits ein Theil ihrer selbst geworden sind, sich noch weiter zu assimiliren; also gibt es eine solche Fähigkeit zu fortschreitender Organisation, wie wir sie vorausgesetzt haben, wirklich, und eine Art Verdauung geht in allen Theilen des Körpers vor sich, um die bereits verähnlichten Stoffe zur Einsaugung und weiteren Aneignung geschickt zu machen. Wäre es nothwendig, so könnten noch andere Beweise angeführt werden, aber wir verschieben die weitere Betrachtung des Assimilationscharakters des ganzen Saugsystems auf einen späteren Theil dieses Kapitels.

2) Vom Blute. — Das Blut ist die bekannte Flüssigkeit, welche die wegen ihrer Verrichtung sogenannten Blutgefäße durchläuft, die mehr oder minder über den ganzen thierischen Körper ausgebreitet sind. Bereits haben wir die allgemeine Vertheilung der Blutgefäße beschrieben, weswegen wir uns jetzt hauptsächlich mit den Eigenschaften des Blutes selbst beschäftigen werden.

Der Milchsaft ergießt sich, wie wir bemerkt haben, nahe am Herzen in die allgemeine Blutmasse und aus jenem wird er beinahe sogleich durch die Lungen getrieben. So in Bewegung gesetzt, vereinigt er sich nicht blos völlig mit Blute, sondern erleidet auch diejenigen andern wichtigen Veränderungen, wodurch seine endliche Verwandlung in Blut zu Stande gebracht wird. Die Beschaffenheit dieser Veränderungen ist nicht genau bekannt, aber offenbar zielen sie darauf ab, ihn zu vervollständigen, d. h. die

Daß nun dieses bei einem Theil des Eingesaugten wirklich der Fall sei, ist sehr wahrscheinlich; jedoch mögen einige Beweise dafür angeführt werden, daß keineswegs alle eingesaugten Stoffe Excremente, sondern daß sie mehrfach zum Dienste der Lebensthätigkeit bestimmt sind, indem jede neue Organisation sie um eine Stufe weiter emporhebt und zur Erfüllung höherer Zwecke befähigt.

Die für die obige Ansicht sprechenden Umstände, welche wir jetzt erwähnen wollen, sind:

a) Es ist widersinnig und allem, was wir von den thierischen Thätigkeiten wissen, entgegen, daß der Milchsaft aus einer Art von Auswurfsstoff im Darmkanal ausgesondert werden solle, um sich sogleich wieder mit andern Auswurfstoffen in den Milchsaftröhren zu vermischen. Es ist daher gewiß richtig, vorauszusetzen, daß wenn die in den Saugadern enthaltenen Stoffe wirklich und völlig Auswurfstoffe wären, dieselben sorgfältig gesondert worden wären, und durch andere Mittel als durch Röhren, die mit denjenigen, welche die Nahrungsflüssigkeiten führen, in Verbindung stehen, aus dem Systeme entfernt würden.

b) Durch die Annahme, daß die in den Saugadern enthaltenen Flüssigkeiten einen in hohem Grade thierischen Charakter an sich tragen, wird die Absicht ihrer Vereinigung mit dem rohen und unvollkommen thierischen Milchsafte klar: die Flüssigkeit in den Saugadern ist dann zur Verrichtung eines wichtigen und nothwendigen Dienstes bestimmt, indem sie die Lebenskraft des Milchsaftes steigert und ihn in den Stand setzt, einen Theil der allgemeinen Blutmasse zu werden. Hiemit haben wir einen einleuchtenden Grund, warum die aus der inneren Oberfläche des Darmkanals aufgenommenen Flüssigkeiten mit den aus den übrigen Theilen des Körpers gesogenen vermischt werden müssen; eine Mischung, welche unerklärbar ist, wenn man diese ausgesogenen Flüssigkeiten für völlige Auswurfsstoffe hält.

c) Die allmählige Entwicklung der Grundstoffe des thierischen Körpers, durch wiederholte organische Processe, stimmt ganz mit

zurückzukommen. Vorher aber geben wir noch die Bemerkungen, welche wir über die Organisation des Bluts zu machen haben.

Die Organisation des Blutes ist noch wunderbarer, als seine chemische Zusammensetzung, und noch unbegreiflicher als diese. Der rothe Theil des Blutes z. B. besteht aus unzähligen winzigen Kügelchen, welche in Beziehung auf ihre Größe, in den verschiedenen Thierkörpern verschieden, stets aber in hohem Grade organisch sind. Die eigentliche Organisation dieser Kügelchen nun kennt man in der That sehr unvollkommen, indessen nimmt man gewöhnlich an, sie bestehen aus festen farblosen Kernen in rothen Bläschen. Auch der Faserstoff ist in eben so winzigen Theilchen durch die Blutmasse verbreitet, doch sind dieselben farblos, und ihre Größe ist weit geringer, als die der rothen Theilchen. Aus diesem kleineren Umfange haben einige Physiologen geschlossen, daß die farblosen Theilchen des Faserstoffs mit den Kernen der rothen Theilchen identisch seien.

Während des Lebens eines Thieres scheinen sich die ersteren, so wie die letzteren in einem Zustande äußerster Selbstrepulsion zu befinden, wodurch ihre Vereinigung verhütet wird, so weit die Oekonomie des Thiers diese nicht erfordert und herbeiführt. Nach dem Tode jedoch, oder in dem aus dem Körper eines lebenden Thiers ausgeströmten Blute, hört die Eigenschaft der Selbstrepulsion besonders unter den Faserstofftheilchen auf, und sie hängen sich leicht an einander, was man das Gerinnen des Blutes nennt. Gewiß schließt diese eigenthümliche Organisation des Blutes, welcher es sein Gerinnungsvermögen verdankt, manche schöne Zwecke in sich. Ein Ergebniß des Gerinnens des Blutes ist eben so einleuchtend als wichtig, nämlich die Verhütung des Blutflusses. Würde das Blut nicht gerinnen, so wäre es um das Leben des Thieres etwas sehr unsicheres, da es sich bei der geringsten Verletzung zu Tode bluten würde.

3) Vom Athmen. — Die Verrichtung des Athmens ist vielleicht die wichtigste im thierischen Haushalte. Manche der übrigen können eingestellt sein, aber die Unterbrechung des Athmens führt sogleich das Ende des Lebens herbei. Als wir die Erscheinungen

des Blutumlaufs beschrieben, bemerkten wir, daß das Blut bei seinem Durchgange durch die Lunge der Einwirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzt werde. Hiedurch nun erleidet es gewisse Veränderungen. Das von der rechten Seite des Herzens kommende Blut ist, wenn es in die Lungen eintritt, von einer dunkelrothen Farbe; hierauf wird es in winzigen Theilchen durch die äußersten Gefäße der Lungen vertheilt, und in diesen Gefäßen mit der atmosphärischen Luft in Bewegung gebracht, wodurch es hellroth wird; oder mit andern Worten: das Blut ändert in den Lungen sein venöses Aussehen und nimmt den Charakter des arteriosen Blutes an. Das so arterisirte Blut strömt nach der linken Seite des Herzens zurück und wird von hier aus durch die Arterien des ganzen Körpers getrieben. In den feinen Enden der letzteren verliert es wieder seine helle Farbe und kehrt, wieder dunkelroth werdend, durch die Venen zur rechten Seite des Herzens zurück, um wie früher dem Einflusse der atmosphärischen Luft ausgesetzt zu werden und dieselbe Reihenfolge von Veränderungen zu erleiden.

Untersucht man die eingeathmete Luft, so zeigt sich, daß mit ihren Eigenschaften eine merkwürdige Veränderung vorgegangen ist: ein Theil ihres Sauerstoffes nämlich ist verschwunden, und eine gleiche Quantität kohlensauren Gases an seine Stelle getreten. Ueber den Ursprung dieses letzteren hat man verschiedene Ansichten aufgestellt. Früher waren die meisten Physiologen der Meinung, es sei von den Lungen Kohlenstoff ausgeschieden worden, und dieser sei durch seine Vereinigung mit dem Sauerstoffe der eingeathmeten Luft in kohlensaures Gas verwandelt worden. Kein einziger dachte daran, daß Sauerstoffgas hereinwärts durch die Lungenhaut gegangen sein könne, während zu gleicher Zeit kohlensaures Gas hinaus durch dieselbe Haut ging. Genaue Beobachtungen haben jedoch gezeigt, daß ein solcher wechselseitiger Durchgang von Gasen in der Lungenhaut wirklich statt findet, und die Beobachtungen beschränken sich nicht auf die beiden genannten Gaskörper in den Lungen, sondern lassen sich auf alle Gase, wo diese sich finden mögen, unter gleichen Umständen anwenden. In Folge dieser Beobachtungen

scheint es jetzt allgemein angenommen zu sein, daß der Sauerstoff der atmosphärischen Luft durch das Blut eingesogen wird und in einem unbekannten Zustande der Verbindung die äußersten Enden der Arterien erreicht, wo er sich mit einem Theile Kohlenstoff vereinigt und kohlensaures Gas bildet; und daß das letztere in einem unbekannten Zustande der Verbindung im Venenblute zurückgehalten wird, bis es in den Lungen ausgestoßen und statt seiner Sauerstoff eingesogen wird — nach den Gesetzen, welche die Verbreitung der Gaskörper bestimmen und die wir oben erklärt haben. Zugleich mit dem kohlensauren Gase wird eine große Menge wässerigen Dunstes aus dem Blute abgesondert.

Ferne liegt es dem Zwecke dieser Abhandlung, in die Gründe für die Ansicht, welche wir von den Erscheinungen des Athmens aufgestellt haben, weiter einzugehen. Diese Gründe sind zahlreich und schlagend, und scheinen in der That klar darzuthun, daß die Veränderungen, welche das Blut während seines Umlaufs durch den Körper erleidet, so beschaffen sind, wie wir sie beschrieben haben. Wir nehmen daher an, daß unsere Ansicht vom Athmen richtig ist und fügen jetzt noch einige wenige Bemerkungen über die begleitenden Umstände und die Folgen des Athmens bei.

a. Woher kommen die verschiedenen Farben des Arterien- und des Venenblutes? Die ehemalige Ansicht war, daß die Arterienfarbe von der Einsaugung von Sauerstoff herrühre, die Venenfarbe aber von dem Vorhandensein von Kohlenstoff. Allein neuere Beobachtungen scheinen zu zeigen, daß bei der Veränderung der Farbe des Blutes während seines Umlaufs, wenn sie auch vom Sauerstoffe nicht ganz unabhängig ist, die Salzstoffe eine sehr große Rolle spielen, besonders das gemeine Salz, welches das Blut enthält, und daß die dunkle Farbe des Venenblutes hauptsächlich von dem Vorhandensein kohlensauren Gases abzuleiten ist.

b. Woher kommt die Kohlensäure im Venenblute und der wässerige Dunst, welcher aus den Lungen ausgestoßen wird? Diese Fragen können nicht mit Gewißheit beantwortet werden. Aber einige neuerdings gemachte Beobachtungen haben uns auf

die Ansicht geführt, daß die Verwandlung der eiweißartigen Stoffe in Gallerte eine wichtige Quelle der Kohlensäure im Venenblute ist. Die Gallerte nämlich enthält, wie oben bemerkt wurde, drei bis vier Procent weniger Kohlenstoff, als das Eiweiß. Nun kommt die erstere in jedem Theile des thierischen Körpers und besonders in der Haut vor, diese besteht sogar aus wenig mehr, als aus Gallerte; daher ist es sehr wahrscheinlich, daß ein großer Theil der Kohlensäure des Venenblutes in der Haut und in den ähnlichen Geweben sich bildet. Wissen wir ja, daß die Haut mancher Thiere Kohlensäure von sich giebt, und Sauerstoff einsaugt, d. h. alle Verrichtungen der Lungen vollbringt; eine Thätigkeit der Haut, welche durch die Annahme vollkommen erklärbar wird, daß an der Oberfläche des Körpers die eiweißartigen Theile des Bluts sich immer in Gallerte verwandeln. In Beziehung auf den wässerigen Dunst, der von den Lungen ausgestoßen wird, haben wir allen Grund zu glauben, daß ein großer Theil desselben von dem Milchsafte während dessen Durchgang durch die Lungen herrührt, und daß durch diese Absonderung des Wassers das schwache und zarte Eiweiß des Milchsaftes in das feste und vollkommene des Blutes verwandelt wird — nach den am Anfange dieses Kapitels aufgestellten Grundsätzen.

c. Wozu dient das immerwährende Freiwerden von Kohlensäure aus lebenden Thierkörpern? und könnte nicht ein wenig überflüssiger Kohlenstoff auf eine einfachere Weise aus denselben ausgestoßen werden? Den eigentlichen Zweck der beständigen Entwicklung von Kohlensäure, oder die Art, wie dieselbe bewerkstelligt wird, kennen wir zwar nicht; aber ein großer Nutzen, welcher jener Entwicklung zugeschrieben wird, ist die Hervorbringung der Wärme des Körpers, und nicht bloß das Vermögen, diese Wärme überhaupt hervorzubringen, sondern auch das, sie nach den Umständen zu verändern — ein dem organischen Leben so eigenthümlicher Vorzug. Außerhalb des Körpers giebt der Kohlenstoff, wenn er mit Sauerstoff verbunden wird, allerdings Wärme von sich. Daher hat man mit vielem Scheine behauptet, daß dieselbe Verbindung innerhalb eines lebenden Körpers, dessen Wärme

erzeugen könne, obgleich man gestehen muß, daß diese Ansicht einige Schwierigkeiten hat, welche ihr viel von ihrer Wahrscheinlichkeit benehmen. Ueberdieß darf man sicher voraussetzen, daß, wenn auch die Entwicklung kohlensauren Gases eines der Mittel sein mag, welches der thierische Körper zu Hervorbringung der Wärme besitzt, nichts desto weniger noch andere Mittel hiezu vorhanden sind, deren Beschaffenheit für jetzt völlig unbekannt ist.

Die Menge des aus den Lungen sich entwicklenden Kohlenstoffs ist zwar sehr groß, wahrscheinlich aber hat man sie um Vieles überschätzt. Manche Forscher haben z. B. berechnet, daß die Lunge eines Menschen von gewöhnlicher Größe im Laufe von 24 Stunden 11 Unzen Kohlenstoff ausstoße; eine Quantität, welche der in 6 Pfunden Rindfleisch enthaltenen mehr als gleich ist. — Würde der Kohlenstoff wirklich in solcher Masse aus den Lungen sich entwickeln, so müßte er innerhalb des Körpers erzeugt werden. Es ist schwer, die Menge desselben sogar nach dem niedrigsten Anschlage zu erklären. Wir müssen daher nothwendig annehmen, daß durch die Lungen jeden Tag mehr fester Stoff aus dem Körper außgestoßen werde, als auf irgend eine andere Weise. Daher gilt die oben erwähnte Ansicht, daß die durch die Saugadern und Venen aufgenommenen Stoffe nacheinander zur Bildung verschiedener Theile des thierischen Körpers beitragen, anstatt sogleich nach ihrer Einsaugung entfernt zu werden, gegenwärtig für sehr wahrscheinlich. Denn es scheint nicht wohl möglich, mit der Quantität der Speise die große Masse Kohlenstoff, welche allein aus den Lungen ausgestoßen wird, zu vereinigen, noch viel weniger aber das, was ausgestoßen werden müßte, wenn aller Stoff, der von den Saugadern aufgenommen wird, als Auswurfsstoff zu betrachten wäre.

4) Von der Absonderung. — Aus dem Blute erzeugen sich vermittelst eigenthümlicher Vorrichtungen alle jene zahlreichen sogenannten Secretionen oder Absonderungen, welche nicht blos einander, sondern auch der Flüssigkeit, aus der sie sich ausscheiden, so unähnlich sind. Einige derselben scheinen fast nichts Anderes zu sein, als eine Losmachung gewisser, bereits

im Blute vorhandener Stoffe. Andere haben keine Aehnlichkeit mit einem Bestandtheile des Bluts; also muß dieses in dem Drüsensysteme, welches die ihm so unähnlichen Secretionen erzeugt, eine wesentliche Veränderung erleiden. Auf dem gegenwärtigen Standpuncte unseres Wissens müssen wir uns jedoch mit einer beschränkten Einsicht in die Beschaffenheit und die Ursachen der absondernden Thätigkeit begnügen. Wir sehen, daß die abgesonderten Stoffe von zweierlei Art sind: einige derselben werden offenbar wegen ihrer schädlichen Eigenschaften ausgestoßen und sind wirkliche Excretionen oder Aussonderungen; diese können nicht, ohne Gefahr für den thierischen Körper, aus dem sie entfernt werden, zurückbleiben; andere dagegen sind augenscheinlich zu weiteren Zwecken und zu allerlei untergeordneten Verrichtungen in dem lebenden Systeme bestimmt und sind Secretionen im eigentlichen Sinne. Mit der eigentlichen Beschaffenheit der Veränderungen aber, welche die abgesonderten Flüssigkeiten erzeugen, sind wir, wie bereits bemerkt wurde, noch völlig unbekannt, obgleich eine sorgfältige Untersuchung der Erscheinungen wahrscheinlich viel Licht auf den allgemeinen Character jener Veränderungen werfen, und ein Zeugniß für den vollendetsten Plan zu Tage bringen würde.

5) Die natürliche Auflösung organischer Körper. — Es bleibt uns noch übrig, dieses Werk mit einigen Bemerkungen über die natürliche und unvermeidliche Auflösung zu schließen, die alles Organischen wartet, sobald der Einfluß der Kräfte zurücktritt, durch welche seine Bestandtheile zusammengehalten werden.

Die organischen Wesen, welche diese Erde bewohnen, stehen trotz ihrer Anzahl nur in einem sehr geringen Verhältnisse zu der Größe der ersteren, und scheinen nur ihre Oberfläche einzunehmen. Wir haben gesehen, daß die den Bau der organischen Wesen bildenden Grundstoffe nicht nur in verschiedenen Verhältnissen verbunden sind, sondern in manchen Fällen weitere Zersetzungen in äußerste Formen der Materie zu erleiden scheinen, welche außerhalb eines lebendigen Körpers nicht isolirt existiren, und vielleicht bei der gegenwärtigen Einrichtung der Welt nicht

existiren können. Wegen dieser Verschiedenheit der Zusammensetzung des Organischen und des Unorganischen, sowie aus andern Ursachen, welche sich der Leser leicht denken kann, bilden die organischen Wesen und ihre Gesetze einen beständigen Gegensatz gegen die allgemeinen Gesetze, von welchen die unorganische Welt beherrscht wird. Um daher diesen widerstreitenden Gesetzen die Wage zu halten und das Dasein der organischen Wesen zu sichern, ist eine unaufhörliche Thätigkeit der organischen Kräfte erforderlich. Aber endlich werden diese Kräfte erschöpft, der Widerstand hört auf, die allgemeinen Gesetze der unorganischen Welt treten wieder in ihre Herrschaft ein, und die bisher in dem lebendigen Körper eingeschlossenen Atome kehren eilig in ihren ursprünglichen Zustand zurück.

Die natürliche Auflösung der organischen Wesen wird gewöhnlich der Proceß der Fäulniß genannt, und einige Stoffe haben weit mehr Neigung hiezu, als andere. Wie sich erwarten läßt, sind die von der einfachsten Zusammensetzung, wie die Oele und ähnliche Körper, auch die dauerhaftesten, während vielfacher zusammengesetzte, besonders solche, welche Stickstoff enthalten, der Fäulniß ausnehmend unterworfen sind. Zu der letztern scheint ein gewisser Grad von Wärme und Feuchtigkeit nöthig zu sein, da bei einer Temperatur unter dem Gefrierpuncte des Wassers oder in einer vollkommen trockenen Atmosphäre sogar thierische Substanzen lange Zeit unverändert bleiben. Die aus der Auflösung verschiedener Arten organischer Stoffe hervorgehenden Erscheinungen sind natürlich verschieden; aber immer wird dabei die Bildung einer einfacheren Zusammensetzung, als die des zersetzten Stoffes war, angestrebt, d. h. einer Zusammensetzung, deren Vorhandensein außerhalb eines lebendigen Körpers mit dem gegenwärtigen Zustande der Erde nicht unverträglich ist. Die Stoffe, welche in warmer, dumpfer Luft zuerst von der organischen Verbindung sich abzulösen scheinen, sind jene fremden Körper, von welchen wir bereits erwähnten, daß sie in jedem Theile organischer Wesen in einem unbekannten, aber thätigen selbstrepulsiven Zustande sich befinden. Daher kommt während der Fäulniß

die Bildung mit Schwefel und Phosphor geschwängerten Wasserstoffs und anderer unbestimmten Zusammensetzungen aus denselben Grundstoffen; und diese gasartigen Zusammensetzungen erzeugen hauptsächlich den widrigen Geruch, der jenen Proceß begleitet. Zugleich bildet sich mit Kohlenstoff geschwängerter Wasserstoff, Oel, Essigsäure, Ammoniak und zuletzt kohlensaures Gas und Wasser, während sich der Stickstoff in einem gasförmigen Zustande frei macht. Endlich verfallen Pflanzen- und Thierstoffe, besonders aber die ersteren, zu Dammerde. Die Dammerde von Pflanzenstoffen besteht hauptsächlich aus Kohlenstoff in Verbindung mit etwas Sauer- oder Wasserstoff; der von thierischen Körpern aber enthält dieselben Grundstoffe, wie die Pflanzenerde, nur mit etwas Stickstoff und den gewöhnlichen Salzbestandtheilen organischer Substanzen. In dieser Gestalt als Dammerde machen die Pflanzen- und Thierüberreste, wie wir oben bemerkten, die Nahrung der Pflanzen aus. Durch diese werden sie wiederum organisirt, und durchlaufen so von Neuem dieselbe Reihe von Veränderungen.

Hier wollen wir einen Augenblick stehen bleiben, um zum besseren Verständnisse des weiteren Kreises der Leser auf die hervorstechendsten Thatsachen, welche in diesem und den vorigen Kapiteln auseinander gesetzt worden sind, einen kurzen Rückblick zu werfen.

Fürs erste sind die mechanischen Anordnungen zur Verkleinerung der Nahrung der Thiere, je nach den besondern Eigenschaften dieser Nahrung, wunderbar verschieden. Bei den gras- und körnerfressenden Familien z. B. sind die Zähne im buchstäblichen Sinne Werkzeuge zur Zerreibung von Kräutern und Saamenkörnern. Bei fleischfressenden Thieren dagegen wäre ein solcher Bau nutzlos; bei ihnen sind daher die Zähne nur zum Schneiden oder Zerreißen eingerichtet. Bei Nagethieren bieten die Zähne wiederum einen ganz anderen Bau dar, und sind der Lebensweise derselben ebenso wunderbar angepaßt. Zuweilen, wie bei manchen Vögeln, ist der Apparat zum Zerreiben nicht in dem Munde, sondern in dem Magen selbst angebracht, während einige der Verrichtungen,

existiren können. Wegen dieser Verschiedenheit der Zusammensetzung des Organischen und des Unorganischen, sowie aus andern Ursachen, welche sich der Leser leicht denken kann, bilden die organischen Wesen und ihre Gesetze einen beständigen Gegensatz gegen die allgemeinen Gesetze, von welchen die unorganische Welt beherrscht wird. Um daher diesen widerstreitenden Gesetzen die Wage zu halten und das Dasein der organischen Wesen zu sichern, ist eine unaufhörliche Thätigkeit der organischen Kräfte erforderlich. Aber endlich werden diese Kräfte erschöpft, der Widerstand hört auf, die allgemeinen Gesetze der unorganischen Welt treten wieder in ihre Herrschaft ein, und die bisher in dem lebendigen Körper eingeschlossenen Atome kehren eilig in ihren ursprünglichen Zustand zurück.

Die natürliche Auflösung der organischen Wesen wird gewöhnlich der Proceß der Fäulniß genannt, und einige Stoffe haben weit mehr Neigung hiezu, als andere. Wie sich erwarten läßt, sind die von der einfachsten Zusammensetzung, wie die Oele und ähnliche Körper, auch die dauerhaftesten, während vielfacher zusammengesetzte, besonders solche, welche Stickstoff enthalten, der Fäulniß ausnehmend unterworfen sind. Zu der letztern scheint ein gewisser Grad von Wärme und Feuchtigkeit nöthig zu sein, da bei einer Temperatur unter dem Gefrierpuncte des Wassers oder in einer vollkommen trockenen Atmosphäre sogar thierische Substanzen lange Zeit unverändert bleiben. Die aus der Auflösung verschiedener Arten organischer Stoffe hervorgehenden Erscheinungen sind natürlich verschieden; aber immer wird dabei die Bildung einer einfacheren Zusammensetzung, als die des zersetzten Stoffes war, angestrebt, d. h. einer Zusammensetzung, deren Vorhandensein außerhalb eines lebendigen Körpers mit dem gegenwärtigen Zustande der Erde nicht unverträglich ist. Die Stoffe, welche in warmer, dumpfer Luft zuerst von der organischen Verbindung sich abzulösen scheinen, sind jene fremden Körper, von welchen wir bereits erwähnten, daß sie in jedem Theile organischer Wesen in einem unbekannten, aber thätigen selbstrepulsiven Zustande sich befinden. Daher kommt während der Fäulniß

die Bildung mit Schwefel und Phosphor geschwängerten Wasserstoffs und anderer unbestimmten Zusammensetzungen aus denselben Grundstoffen; und diese gasartigen Zusammensetzungen erzeugen hauptsächlich den widrigen Geruch, der jenen Proceß begleitet. Zugleich bildet sich mit Kohlenstoff geschwängerter Wasserstoff, Oel, Essigsäure, Ammoniak und zuletzt kohlensaures Gas und Wasser, während sich der Stickstoff in einem gasförmigen Zustande frei macht. Endlich verfallen Pflanzen- und Thierstoffe, besonders aber die ersteren, zu Dammerde. Die Dammerde von Pflanzenstoffen besteht hauptsächlich aus Kohlenstoff in Verbindung mit etwas Sauer- oder Wasserstoff; der von thierischen Körpern aber enthält dieselben Grundstoffe, wie die Pflanzenerde, nur mit etwas Stickstoff und den gewöhnlichen Salzbestandtheilen organischer Substanzen. In dieser Gestalt als Dammerde machen die Pflanzen- und Thierüberreste, wie wir oben bemerkten, die Nahrung der Pflanzen aus. Durch diese werden sie wiederum organisirt, und durchlaufen so von Neuem dieselbe Reihe von Veränderungen.

Hier wollen wir einen Augenblick stehen bleiben, um zum besseren Verständnisse des weiteren Kreises der Leser auf die hervorstechendsten Thatsachen, welche in diesem und den vorigen Kapiteln auseinander gesetzt worden sind, einen kurzen Rückblick zu werfen.

Fürs erste sind die mechanischen Anordnungen zur Verkleinerung der Nahrung der Thiere, je nach den besondern Eigenschaften dieser Nahrung, wunderbar verschieden. Bei den gras- und körnerfressenden Familien z. B. sind die Zähne im buchstäblichen Sinne Werkzeuge zur Zerreibung von Kräutern und Saamenkörnern. Bei fleischfressenden Thieren dagegen wäre ein solcher Bau nutzlos; bei ihnen sind daher die Zähne nur zum Schneiden oder Zerreißen eingerichtet. Bei Nagethieren bieten die Zähne wiederum einen ganz anderen Bau dar, und sind der Lebensweise derselben ebenso wunderbar angepaßt. Zuweilen, wie bei manchen Vögeln, ist der Apparat zum Zerreiben nicht in dem Munde, sondern in dem Magen selbst angebracht, während einige der Verrichtungen,

welche in andern Thieren der Magen vollbringt, in anliegende Theile verlegt sind.

Sodann nimmt der Bau und Mechanismus des Magens und des Darmkanals unsere besondere Aufmerksamkeit in Anspruch. Bei fleischfressenden Thieren, deren Nahrung verhältnißmäßig wenig Verähnlichung erfordert, ist der Darmkanal kurz und von einfachem Baue. Bei Pflanzenfressern dagegen ist dieser Kanal lang und zusammengesetzt, aber ganz dazu geeignet, die Speise einzuweichen, und Alles, was in Nahrungsstoff verwandelt werden kann, aus derselben zu ziehen. Auch bemerkt man hiebei keine Gebundenheit an eine bestimmte Form, sondern die größte Mannigfaltigkeit, wie wenn dadurch die Macht und Weisheit Dessen an den Tag gelegt werden sollte, welcher die Organisation der Thiere angeordnet hat. So sind der Darmkanal der Kuh und der des Pferdes nach ganz verschiedenen Mustern angelegt, obgleich das Futter beider beinahe das nämliche ist.

Nun gehen wir zur Betrachtung der chemischen Veränderungen über, welche die Nahrung im Magen und Zwölffingerdarme erleidet. Bei diesen Veränderungen entdecken wir nicht weniger wunderbare, ja noch wunderbarere Anordnungen, als bei dem Bau und Mechanismus. Die Mannigfaltigkeit der Formen, welche Körper von derselben wesentlichen Zusammensetzung darbieten, gewährt eine fast grenzenlose Auswahl unter den Speisen, und die Organe, welche, ohne an diese Verschiedenheiten sich zu kehren, stets die wesentlichen Grundstoffe der Körper herauszufinden wissen, bearbeiten aus den mannigfaltigsten Nahrungsmitteln denselben gleichförmigen Milchsaft. Das Mittel, wodurch der Magen diese erstaunlichen Veränderungen hervorbringt, ist sein Vermögen, die verschiedenen Nahrungsstoffe mit Wasser zu verbinden, mit Einem Worte, das Vermögen, sie aufzulösen oder zu verdauen. Diese auflösende Kraft des Magens scheint durch Chlor vermittelt zu werden, das sich aus dem gemeinen Salze im Blute ausscheidet; wenigstens ist während der Auflösung der Speise stets Chlor im Magen vorhanden, die Art und Weise selbst, auf welche es wirkt, ist indessen noch unbekannt. Gleichzeitig mit der Auflösung der

Speise finden solche wesentliche Veränderungen in ihrer Zusammensetzung statt, wie sie zur Bereitung des künftigen Milchsaftes erforderlich sind.

Hat der Magen sein Geschäft verrichtet, so kommt die verdaute Masse in den Zwölffingerdarm, wo die Reihe der Veränderungen auf eine gleich wunderbare Weise fortgesetzt wird. Die verdaute Masse wird hier mit der Galle und den Bauchdrüsenflüssigkeiten in Verbindung gebracht. Das Laugensalz der Galle vereinigt sich mit der Säure, womit die Speise während ihrer Verdauung im Magen vermischt worden ist; die Auswurfsstoffe in der Speise und der Galle werden ausgeschieden oder niedergeschlagen, während zugleich die eigentlichen Milchsaftsstoffe in einem zu ihrer Einsaugung durch die Milchgefäße geeigneten Zustande frei gemacht werden.

Die feinen Röhren, welche das ausmachen, was man das Saugadersystem der Thiere nennt, zerfallen in zwei Abtheilungen, — in die Milchgefäße und in die eigentlich sogenannten Saugadern. Die äußersten Verzweigungen der Milchgefäße beginnen an der innern Oberfläche der Speiseröhre, wo sie die verdaute und zum Theil verähnlichte Speise, oder den Milchsaft aufnehmen. Die äußersten Verzweigungen der Saugadern gehen von allen Theilen des Körpers aus, und können, mittelst eines eigenthümlichen Vorganges, jeden Bestandtheil des Körpers, feste sowohl als flüssige, auf dieselbe Weise aufnehmen, wie der Milchsaft von den Milchgefäßen aufgenommen wird.

Die Flüssigkeit, welche aus den Milchgefäßen und die, welche aus den Saugadern erhalten wird, sind beide gleich eiweißhaltig. Der Eiweißstoff des Milchsaftes wird, wie wir oben gezeigt haben, im Magen und Zwölffingerdarme erzeugt, während mit der Speise die Verdauung vorgeht. Aber woher kommt das Eiweiß in den Saugadern? Der thierische Körper ist aus einer großen Mannigfaltigkeit von Stoffen zusammengesetzt, worunter die Gallerte vorherrscht. Da nun blos Eiweiß in den Saugadern sich findet, so folgt, daß die Gallerte des Körpers, ehe sie von jenen aufgenommen wird, sich in Eiweiß zurückverwandelt; oder mit andern Worten, mit der eingesaugten Gallerte geht

etwas ganz Aehnliches vor, wie mit ihr und andern Stoffen im Magen und Zwölffingerdarme während der Verdauung. Daher findet der Verdauungsproceß, anstatt sich auf den Magen und Zwölffingerdarm zu beschränken, ohne Unterlaß in allen Theilen eines lebendigen Thierkörpers statt. Die aus diesen beiden Quellen fließenden zwei Arten flüssigen Eiweißes, nämlich der rohe Milchsaft in den Milchgefäßen und die in hohem Grade animalische Flüssigkeit in den Saugadern vermischen sich endlich, und bilden eine gleichförmige, zwischen beiden mitten innestehende Flüssigkeit, welche dazu geeignet ist, ein Theil der allgemeinen Blutmasse zu werden. Der Charakter dieser Flüssigkeit ist jedoch, wenn dieselbe ein Theil des Blutes wird, obgleich eiweißhaltig, noch sehr schwach, d. h. sie besteht aus Eiweiß, das eine große Menge Wasser in einem Zustande wesentlicher Verbindung enthält. Vermöge einer schönen Einrichtung wird diese schwache eiweißhaltige Flüssigkeit, sobald sie sich mit dem Blutstrome vereinigt hat, durch die Lungen getrieben, wo sie eine merkwürdige Veränderung erleidet. In den Lungen nämlich wird das Wasser, das mit dem schwachen eiweißhaltigen Stoffe des Milchsaftes in wesentlicher Verbindung stand, aus dem letzteren frei gemacht und mit dem kohlensauren Gase, das sich beständig aus den Lungen entwickelt, ausgestoßen, und dadurch wird der schwache und dünne Eiweißstoff des Milchsaftes in den starken und festen des Bluts verwandelt.

Betrachten wir jetzt den Vorgang des Athmens. In seinem Laufe durch die Lungen stößt das Blut das kohlensaure Gas aus und nimmt eine hochrothe arteriose Farbe an. Auch saugt es in den Lungen nach den Gesetzen der Gasverbreitung einen Theil Sauerstoff aus der Luft der Atmosphäre ein. Der letztere bleibt in einem eigenthümlichen Zustande von Verbindung mit dem Blute (als oxygenirtes Wasser, oder als eine ähnliche Zusammensetzung?) bis das Blut die äußersten Enden der Pulsadern erreicht. In diesen feinen Röhren verändert der Sauerstoff seine Verbindungsweise und wird in Kohlensäure verwandelt, indem er sich mit einem Theile des aus dem Eiweißstoffe des Blutes herkommenden Kohlenstoffes vereinigt; zugleich entwickelt sich dabei Wärme. Während der Verbindung des Kohlenstoffes

mit dem Sauerstoffe in den äußersten Enden der Pulsadern finden zwei wichtige Veränderungen statt: fürs Erste wird wohl ein Theil des in dem Blute enthaltenen Eiweißes wieder zu Gallerte, welche zur Erneuung derjenigen Gewebe angewendet wird, deren Zusammensetzung hauptsächlich gallertartig ist; fürs Zweite verbindet sich die aus dem wieder zu Gallerte gewordenen Eiweiß sich bildende Kohlensäure mit dem Blute, theilt diesem seine dunkle, den Venen eigenthümliche Farbe mit, und geht in die Lungen über. Durch diese wird sie nebst einem Theile wässerigten Dunstes, der hauptsächlich von dem dünnen Eiweiß des Milchsaftes herkommt, aus dem Körper ausgestoßen.

Das Blut ist die Quelle nicht blos aller Bestandtheile des thierischen Körpers, sondern auch aller der verschiedenen Absonderungen, von welchen viele sich in ihren Eigenschaften völlig von denen der primären Flüssigkeiten unterscheiden und sekundäre Dienste verrichten, welche für das thierische Leben von großer Wichtigkeit sind. Andere Erzeugnisse des Blutes sind reine Aussonderungen, wie z. B. das aus den Lungen ausgestoßene kohlensaure Gas, welche in dem thierischen Systeme nicht ohne Lebensgefahr zurückbehalten werden könnten.

Wird endlich das Leben des Thiers zerstört, so treten die Eigenschaften des Stoffes, woraus das Thier besteht, wieder in ihre natürliche Thätigkeit ein, und führen die Elemente schnell in ihren ursprünglichen Zustand zurück.

Dieß wäre ein Ueberblick über die Thätigkeiten des thierischen Körpers, welche wir in diesem und in den vorhergehenden Kapiteln zu erläutern gesucht haben.

Unsere Einsicht in dieselben ist, obgleich sehr unvollkommen, dennoch bei weitem hinreichend, um uns von der unendlichen Weisheit, durch welche diese Kräfte geleitet werden, so wie davon zu überzeugen, daß das, was wir noch nicht verstehen, noch viel wunderbarer sein muß, als was unserem Verständnisse aufgeschlossen ist. Auch sind die meisten der Thatsachen, bei welchen wir verweilten, so augenfällig, daß sie nur verstanden zu werden brauchen, um unter die Beweise für das Vorhandensein eines Zweckes aufgenommen zu werden. Wir

überlassen daher dem Leser, die so leichte Anwendung jener Thatsachen, und wollen jetzt noch einige Bemerkungen über gewisse allgemeine Einrichtungen der organischen lebendigen Wesen, in Vergleich mit denen des unorganischen Stoffes machen.

a. Bei der Betrachtung der organischen Wesen ist einer der merkwürdigsten Umstände der außerordentliche Scharfsinn der in der Anordnung der verschiedenen Theile des organischen Systems in Beziehung auf einander sich zeigt. Als ein Beispiel im Großen mag das gegenseitige Verhältniß der Pflanzen und Thiere angeführt werden. So bildet, wie wir oben erwähnten, das kohlensaure Gas die Hauptnahrung der Pflanzen, und jetzt sehen wir, daß beinahe aller überflüssige Kohlenstoff, welcher durch die Thätigkeiten innerhalb des thierischen Körpers sich bildet, als Kohlensäure ausgestoßen wird. Daher bieten die Pflanzen einerseits den Thieren ihre Hauptnahrung dar, während der Gasstoff, welcher von dem thierischen Körper ausgeschieden wird, und, bliebe er in diesem zurück, sich als tödtlich für ihn erweisen würde, andererseits die Hauptnahrung der Pflanzen ausmacht. Und nicht blos in diesen beiden Beziehungen stehen die zwei großen Systeme der Organisation in einem gegenseitigen Abhängigkeitsverhältnisse; denn würden nicht die Pflanzen das durch die Thiere gebildete kohlensaure Gas aufbrauchen, so häufte sich diese zerstörende Zusammensetzung in der Atmosphäre wahrscheinlich so an, daß sie das thierische Leben vernichtete; während es zweifelhaft ist, ob die gegenwärtigen Pflanzenarten bestehen könnten, wenn nicht durch die Thiere kohlensaures Gas gebildet würde. Ferner verdient die allgemeine Fürsorge der Vorsehung für die Ernährung der Thiere unsere besondere Aufmerksamkeit. Nicht blos gewisse Thiere sind dazu bestimmt, einander aufzufressen, sondern alle erschaffenen Wesen dienen wieder andern über ihnen stehenden zur Nahrung. Durch diese weise Einrichtung ist die Arbeit der Verähnlichung sehr erleichtert und der Anhäufung von Thierüberresten, welche sonst bald ins Ungeheure ginge, völlig vorgebeugt worden. Sogar in der Körperlichkeit der einzelnen Thiere und bei den Thätigkeiten, welche in diesen Wesen vor sich gehen, sind dieselben weisen Zwecke eines gegenseitigen

Abhängigkeitsverhältnisses bemerkbar. So finden wir, mögen wir nun die wiederholte Anwendung derselben Bestandtheile oder die mannigfaltigen wichtigen Absichten, welche häufig durch den nämlichen Proceß erreicht werden, betrachten, überall die äußerste Abkürzung der Arbeit, so daß der größtmögliche Erfolg stets durch die möglichst einfachen Mittel hervorgebracht wird.

b. Die allgemeine Anpassung der mechanischen Einrichtungen des thierischen Körpers an die chemischen Thätigkeiten, welche darin vorgehen, ist von noch größerem Interesse, als die mechanischen Einrichtungen an und für sich. Wir können ein organisches Wesen als ein Stück einer den physischen und chemischen Eigenschaften der Materie angepaßten künstlichen Maschinerie betrachten. Die Anpassung dieser Maschinerie an die physischen Eigenschaften der Materie gehört in ein anderes Gebiet; hier haben wir es nur mit den chemischen zu thun. Die Hervorbringung der chemischen Veränderungen in organischen Wesen durch die Dazwischenkunft mechanischer Anordnungen setzt die wirkliche Existenz der ersteren außer Zweifel. Bemerken wir z. B. die Anwendung so künstlicher Einrichtungen, wie der Mechanismus der Verdauungsorgane und des Blutumlaufs sie darbieten, Einrichtungen, deren Zweck blos der ist, einige chemische Veränderungen in der Nahrung und im Blute zu erzeugen; so ist es klar, daß die so hervorgebrachten chemischen Veränderungen wenigstens eben so wirklich sein müssen, als der mechanische Bau, mittelst dessen sie bewerkstelligt werden.

Die Anpassungen mechanischer Einrichtungen in dem Bau organischer Wesen an die früher vorhandenen chemischen Eigenschaften der Materie, bieten auch einen eben so sehr in die Augen springenden, als unzweideutigen Beweis für das Vorhandensein eines Zweckes dar. Auch der entschiedentste Sceptiker kann nicht behaupten, daß zwischen den mechanischen Einrichtungen und den chemischen Eigenschaften, nach welchen jene sich richten, ein n o t h w e n d i g e s oder überhaupt irgend ein Verhältniß statt finde. Es ist kein Grund vorhanden, warum die chemischen Veränderungen der Organisation aus den mechanischen Einrichtungen, wodurch sie bewerkstelligt werden, hervorgehen sollten,

oder warum die mechanischen Einrichtungen bei der Bildung der organischen Wesen zu den chemischen Veränderungen, deren Werkzeuge sie sind, führen müßten. Woher kommt also die Verbindung der chemischen Veränderungen mit den mechanischen Einrichtungen? Wie wurden die chemischen Thätigkeiten der Verdauung und des Athmens mit dem mechanischen Verdauungsapparate und dem Blutumlauf in Zusammenhang gebracht? Die Verbindung so völlig verschiedener und in keiner Art von einem gegenseitigen Verhältnisse stehender Dinge kann nur durch die Voraussetzung erklärt werden, daß ein Wille vorhanden ist und eine Macht zur Ausführung dieses Willens. Und hiemit ist unausweichlich das Dasein eines Wesens anerkannt, das alle chemischen Eigenschaften der Materie kannte, und weil es mit denselben eine besondere Absicht hatte, hiezu eine Vorrichtung wählte, die sich zur Erreichung dieser Absicht wunderbar eignet. Dieß ist die Erklärung — die einzig mögliche Erklärung der Anpassung des Mechanismus an die Chemie in den Vorgängen des organischen Lebens. Was ist aber diese Erklärung anders, als unser Beweis für das Vorhandensein eines Zweckes in einer durchaus unwiderleglichen Form?

c. Die beständige Erneurung und Zerstörung, welchen alle organischen Wesen unterworfen sind, dürfen nur als ein Theil des großen Kreislaufes von Veränderungen betrachtet werden, den wir bei allen erschaffenen Wesen wahrnehmen. Die Welt selbst hat, wie wir früher sahen, sogar mit Einschluß der Grundgesetze, von welcher sie beherrscht wird, von Zeit zu Zeit Veränderungen erlebt. Daher kann von nichts, was zu der Welt gehört, vernünftigerweise erwartet werden, daß es bleibend sein sollte. Fände auch nur eine Annäherung an eine solche Unvergänglichkeit statt, so hätten die schönen Anpassungen der organischen Wesen an die früheren Gesetze der leblosen Materie und alle die wunderbaren Einrichtungen, welche wir beschrieben haben, nicht ausgeführt werden können.

Ueberdieß verdanken wir den Veränderungen, welche wir selbst erleiden, größtentheils die Genüsse unseres Lebens. Stürbe niemand, so könnte auch niemand geboren werden, und die

gegenwärtige Einrichtung der menschlichen Gesellschaft nicht bestehen. Es fänden weder die süßen Verhältnisse zwischen Eltern und Kindern statt, noch die angenehme Abwechslung der Kindheit, der Jugend, der Reife und des Alters, welche jeder Einzelne erfährt, und die nebst allen den übrigen zahlreichen Verhältnissen der Gesellschaft so viel zum menschlichen Glücke beitragen. Wäre der Mensch keiner Veränderung unterworfen, so müßte, möchte nun die übrige Welt ihren gegenwärtigen Lauf haben, oder ebenfalls stille stehen, in beiden Fällen langweilige Einförmigkeit und Mangel an Reiz zur Thätigkeit sein Loos sein. Kurz, mit unserem jetzigen Wesen ist Dauer und Gleichförmigkeit physisch und moralisch unvereinbar.

Aber warum, so hat man schon tausendmal gefragt — warum ist die Welt so eingerichtet worden? warum dieser unaufhörliche Kreislauf von Veränderungen? woher sein Ursprung, was seine Absicht? — Solche Fragen kann allein der große Urheber des Weltalls beantworten. Da wir aber innerhalb der engen Grenzen, in welche unsere Beobachtungen eingeschränkt sind, überall sehen, daß seine Werke nie ohne Absicht sind, so können wir nicht zweifeln, daß auch ihrer beständigen Veränderung eine solche zu Grunde liege, wenn auch dieselbe unsere Fassungskraft übersteigt. Dadurch, daß er immaterielle und vernünftige Wesen für eine gewisse Zeit in persönliche Verbindung mit der Materie gebracht, hat er denselben eine Kenntniß derjenigen Eigenschaften der Materie mitgetheilt, welches seine Weisheit und Macht so auffallend beweisen, und dieß mag eine seiner Absichten gewesen sein. — Aber weiter über Gegenstände nachzugrübeln, welche so völlig außerhalb des Gebietes unserer Fassungskraft liegen, wäre vermessen, „denn wer hat des Herrn Sinn erkannt, oder wer ist sein Rathgeber gewesen?“

Hiemit haben wir einen kurzen Umriß davon gegeben, was man die Chemie des Organismus nennt, oder mit andern Worten, eine Darstellung der Veränderungen und Verbindungen,

welche die organischen Kräfte mittelst der Thätigkeit und der Agenzien der unorganischen Materie hervorzubringen vermögen. Zugleich haben wir gezeigt, daß die Auskunft, welche wir darüber zu ertheilen im Stande waren, obgleich sie sehr unvollkommen ist, doch bei weitem hinreiche, nicht blos die bewundernswürdige Weisheit und Vorsorge darzuthun, womit die organischen Wesen, so weit wir ihre Einrichtung verstehen, gebildet worden sind, sondern auch welch ein unendlich höherer Grad dieser beiden Eigenschaften nöthig war, um der Organisation die Lebenskraft mitzutheilen, deren Beschaffenheit unser Verständniß so völlig übersteigt.

Wir wollen jetzt dieses Werk mit einigen Bemerkungen über die künftigen Fortschritte der Chemie, über die Mittel, wodurch diese Wissenschaft zu physiologischen Untersuchungen angewandt werden kann, und über die Tendenz der Naturwissenschaften überhaupt schließen.

Die Chemie bildet, wie wir in der Einleitung zu dieser Abhandlung auseinander setzten, das Mittelglied zwischen denjenigen Zweigen des Wissens, welcher sich auf die Verhältnisse der Größe gründet, und zwischen denjenigen Zweigen, welche blos auf Erfahrung beruhen. All unser Erfahrungswissen, welches nicht chemischer Natur ist, z. B. die ganze auf die Erscheinung des Lebens sich beziehende Physiologie, ist der Betrachtung der Größe völlig fremd, und stützt sich rein auf Beobachtung. So weit nun die Gesetze der Größe Anwendung finden, so weit sind wir auch unserer Schlüsse gewiß, wenigstens so gewiß, als wir unseres Daseins oder dessen sind, was wir sehen und hören. Aber so bald jene Gesetze ihre Anwendung verlieren, sind unsere Schlüsse nicht mehr solche, welche richtig sein müssen, sie gehen nicht mehr aus unsern Vordersätzen als nothwendige Folge hervor, sondern sind meistens nur solche, welche richtig sein können, d. h. haben nur denjenigen Grad von Wahrscheinlichkeit, welcher aus den Beweisen hervorgeht, die wir für die Wahrheit der den Inhalt unserer Vordersätze bildenden Erscheinungen oder Ereignisse haben.

Bei allem Wissen, das auf bloßer Beobachtung oder Erfahrung

beruht, stützt sich das, was uns bekannt ist, entweder auf unsere eigene Beobachtung und Erfahrung, oder auf die Anderer. Was wir selbst beobachten, beobachten wir nur zu oft sehr unvollkommen, oder verstehen es nicht, wenn wir es beobachtet haben. Noch unsicherer aber sind solche Erscheinungen oder Ergebnisse für uns, deren Kenntniß wir aus zweiter Hand auf das Zeugniß Anderer hin annehmen müssen und welche vielleicht von der Unwissenheit oder dem Vorurtheile beobachtet, oder wohl gar absichtlich entstellt worden sind. Hat sich eine Erscheinung oder ein Ereigniß nur einmal zugetragen und ist daher historisch, so müssen wir es für wahr gelten lassen, oder seine Wahrscheinlichkeit schätzen. Kommt aber die Erscheinung oder das Ereigniß häufig vor, oder fällt es in das Bereich unserer eigenen Erfahrung, so suchen wir, um unserer Ungewißheit los zu werden, es selbst zu beobachten, oder mit andern Worten, wir machen ein Experiment. Dieß sind die Wege, auf welchen wir uns all das Wissen verschaffen, welches das Ergebniß bloßer Beobachtung ist. Die verschiedenen Ereignisse folgen auf einander, aber wir wissen nicht warum, wir erkennen nicht ihren wechselseitigen Zusammenhang. Wir glauben, daß auf ein Ereigniß *wahrscheinlich* ein anderes folgen wird, weil das eine stets auf das andere gefolgt ist, oder wegen einer andern Wahrscheinlichkeit, aber jenen *nothwendigen* Zusammenhang zwischen den beiden Ereignissen, welcher uns da, wo wir die Gesetze der Größe anwenden können, so unwiderstehlich zu Schlüssen fortreißt, können wir nicht entdecken.

Diese Bemerkungen mögen als eine Fortsetzung derjenigen betrachtet werden, welche als Einleitung zu der ersten Abhandlung dieses Werkes gegeben wurden, und sich hauptsächlich auf die Fortschritte der Chemie beziehen. Da die Chemie eine Erfahrungswissenschaft ist, so können wir uns nur eine sehr unvollkommene Vorstellung von ihren künftigen Fortschritten bilden, weil wir nicht auf dem Wege des Schlusses der Entdeckung derjenigen chemischen Thatsachen vorgreifen können, welche noch im Dunkeln liegen.

Die Fortschritte, welche die Chemie in den letzten Jahren gemacht hat, sind in der That erstaunlich, und wenn eine strengere Beobachtungsweise angewendet, d. h. wenn die Chemie mehr unter die Herrschaft der Gesetze der Größe — eine Herrschaft, welche wenigstens mittelbar ausgeübt würde — gebracht werden wird, so ist es unmöglich, den Grad der Vervollkommnung vorauszusagen, welchen dann die Chemie als Wissenschaft erreichen mag. Aber noch viele Jahre müssen die Fortschritte der Chemie von der Erfahrung abhängen, und die Pfleger derselben müssen sich mit dem vergleichungsweise niedrigen Geschäfte begnügen, die chemischen Veränderungen zu entdecken, welche die Körper mit einander hervorbringen.

Weil daher bei einem aus Beobachtung abzuleitenden Wissen Bekanntschaft mit demjenigen, was vorhanden, und mit dem, was geschehen ist, unumgänglich erfordert wird, so ist es die erste Pflicht jedes Beobachters und Experimentators, sich eine genaue und deutliche Vorstellung von den Naturgegenständen und den Veränderungen, welchen sie unterworfen sind, zu verschaffen. Auch gibt es keinen, wenn auch noch so anspruchlosen Beobachter oder Experimentator, der nicht die Summe der ausgemachten Thatsachen zu vermehren vermöchte; so mannigfaltig und unerschöpflich sind die Reichthümer der Natur. Eine weitere Pflicht für jeden, welcher Beobachtungen oder Experimente anstellen will, ist treue Mittheilung seiner Erfahrungen, eine klare und verständliche Darstellung des Ereignisses oder der Erscheinung, welche er beobachtet hat, so daß andere sich einen richtigen Begriff davon machen können.

Wir sagen ein richtiger Begriff, weil in den meisten Fällen ein vollständiger Begriff unmöglich ist, indem das, was man gesehen hat, durch die Sprache nicht ausgedrückt werden kann. Aber einen richtigen Begriff zu geben, d. h. einen solchen, welcher, obgleich unvollständig, doch keinen fremden oder falschen Zusatz enthält, steht in der Gewalt jedes Beobachters, und einen solchen Begriff von den Thatsachen, welche er erzählt, geben, sollte sein Hauptbestreben sein. Eine solche treue Mittheilung ist oft unschätzbar und wiegt tausend unbestimmte und ungenaue

Beobachtungen auf, welche nur irre führen und daher mehr als nutzlos sind.

Die nächste Regel, welche ein Dolmetscher der Natur sich merken sollte, ist, anfangs nicht zu viel zu versuchen, sondern, um eine sichere Grundlage für seine künftigen Arbeiten zu gewinnen, sich mit augenscheinlichen und unwiderleglichen Thatsachen zu begnügen und diese so zu ordnen, daß sie ihn auf weitere führen können. Neue und überraschende Thatsachen ans Licht zu bringen, ist das Loos Weniger; aber Alle können nach der Wahrheit forschen, und dadurch mehr oder weniger zur Förderung der Erkenntniß beitragen. Ueberdieß dürfen auch die bescheidendsten Mitarbeiter versichert sein, daß sich unter ihren Händen unmerklich ein Bau erhebt, welcher früher oder später die glänzenden Arbeiten ihrer glücklicheren Genossen in sich schließen wird, wobei zwar diese Leistungen immer ihren Glanz behalten mögen, ihre Wichtigkeit aber mit der Ausdehnung des Bau's um sie her sich vermindern wird.

Diese Bemerkungen beziehen sich zunächst auf die Anwendung der Chemie auf die Physiologie. Die behutsame und umsichtige Anwendung der Chemie auf die Physiologie hat bereits viel zu Stande gebracht und kann noch mehr zu Stande bringen. In der That kann niemand auf den Namen eines Physiologen Anspruch machen, ohne der Chemie kundig zu sein. Aber diese muß in ihrem gegenwärtigen Zustande, um wirklich nützlich zu werden, auf's Vorsichtigste und Sparsamste angewendet, ja streng auf die Bestimmung desjenigen beschränkt werden, was das Lebensprincip vollbringt und wie es auf unorganische Principien wirkt. Mit dem Leben an und für sich hat die Chemie nicht das Geringste zu thun und wird es wahrscheinlich auch nie irgend wie zu erläutern vermögen. Die Erscheinungen desselben sind nicht einmal entfernt mit irgend etwas verwandt, was wir in der Chemie als eine Aeußerung unorganischer Agenzien kennen. Der große Irrthum der Chemiker bestand daher darin, daß sie ihre Wissenschaft zu Erklärung von Erscheinungen anzuwenden suchten, mit welchen die Chemie durchaus nichts zu thun hat. Diese Verkehrtheit hat unter den Physiologen aller Zeitalter nur zu sehr vorgeherrscht. In den früheren Zeiten wurde die Wärme als das Princip des Lebens betrachtet, in späteren wurde die Electricität entdeckt, und nun diese dafür ausgegeben. Nach anderen Forschern ist Bewegung die Quelle des Lebens. Aber die Fortschritte der Wissenschaft haben alle diese Täuschungen entfernt: der Ursprung des dunkeln und flüchtigen Lebensprincips muß anderswo gesucht werden. Zwar kann durch die Wärme

z. B. viel Wunderbares zu Stande gebracht werden, aber selbstthätig ist sie nicht. Die Kräfte der Electricität sind noch wundervoller als die der Wärme, aber wir wissen, daß sie in der Art ihrer Wirksamkeit von gewissen Gesetzen beherrscht wird, und daß sich in ihr keine Spur von Intelligenz äußert. Ebenso kann Leben bekanntlich nicht ohne Bewegung bestehen, wohl aber Bewegung ohne Leben. Leben und Bewegung sind folglich nicht gleichbedeutend, noch können wir das Dasein von Bewegung ohne etwas Bewegendes begreifen. Kurz, das Lebensprincip ist, wie wir bereits gezeigt haben, etwas anderes und mehr als die gewöhnlichen Kräfte der Materie, welche es bis zu einem gewissen Grade beschränkt. So können die Erscheinungen, welche die geheimnißvolle Lebenskraft hervorbringt, genau genommen nur mit einander verglichen werden, und stehen zu unorganischen Erscheinungen in keiner Beziehung.

Allein das Verlangen des Physiologen, den Kräften des unorganischen Stoffes diejenigen Thätigkeiten zuzuschreiben, welche unläugbar in lebendigen Körpern vorgehen, ist nur eine Aeußerung jenes angebornen Strebens des menschlichen Geistes, nach Grundursachen zu forschen. Die Vorstellungen des Physiologen von dem Lebensprincip sind daher dieselben, wie die des Menschen zu allen Zeiten von der großen Grundursache, der Gottheit selbst. Der arme ungebildete Wilde „sieht Gott in jeder Wolke und hört ihn im Winde.“ Der eingebildete Gelehrte lächelt über die Leichtgläubigkeit desselben und vergöttert vielleicht „die Naturgesetze!“ aber beide sind gleich unwissend, und das eingebildete höchste Wesen des ununterrichteten Wilden ist nichts Ungereimteres, als der eingebildete Pantheismus des Gelehrten. Die Winde können, wie wir wissen, auf andere Ursachen zurückgeführt werden, von welchen sie unmittelbar herrühren, und so gehen auch mit den Fortschritten der Wissenschaft die „Naturgesetze“ in anderen noch allgemeinern auf, und immermehr wird dieß der Fall sein, woraus hervorgeht, daß diese „Naturgesetze,“ eines wie das andere, nur abgeleitete Agenzien sind. Daher muß es das Bestreben der Wissenschaft und ihrer wahrhaften Anwendung sein, die Aufmerksamkeit von untergeordneteren Dingen abzuziehen und den Geist auf die Quelle aller Erkenntniß und aller Macht hinzulenken — auf die große Grundursache, welche in der ganzen Welt lebt und wirkt, und der wir nur durch die Erforschung ihrer Werke nahen können, deren Studium eine Ewigkeit nicht erschöpft.

Anhang.

Zu Seite 41.

In diesem ganzen Werke haben wir so viel als möglich die gewöhnliche Sprache der Chemie beibehalten. Wir glauben indessen, daß sich die chemischen Erscheinungen in hypothetischen Sätzen ausdrücken lassen, deren hauptsächlichste folgende wären:

1) Jeder Theil der Materie zieht an und wird angezogen von jedem andern Theile der Materie, nach den Gesetzen, welche allgemein angenommen sind.

2) Die ganze Materie existirt, so wie sie uns bekannt ist, im Zustande von Molekulen, welche wir virtuell für Kugeln oder Sphäroiden halten.

3) Alle sphäroidischen oder sphäroidischen Molekulen haben, sich selbst überlassen, das Streben, sich um ihre Axen zu drehen, und zwar mit Geschwindigkeiten, welche bei Molekulen von demselben Gewichte und unter gleichen Umständen dieselben sind, aber nach einem Gesetze, das hier keiner besondern Ausführung bedarf, bei Molekulen von verschiedenem Gewichte mit der Abnahme des letzteren zunehmen.

4) Die Polarität der Molekulen ist eine Folge der Bewegung um ihre Axen. Flüssigkeiten zeigen keine wahrnehmbare Polarität, weil die Bewegungen der angränzenden oder wechselnden Molekulen, aus welchen die Flüssigkeiten bestehen, entgegengesetzt und gleich sind, und dadurch ihre gegenseitigen Wirkungen genau neutralisiren. Wahrnehmbar wird die Polarität in Flüssigkeiten, wenn die Molekulen aus dem Bereiche des neutralisirenden Einflusses der angränzenden Molekulen gebracht werden und sich zusammen in derselben Richtung bewegen. Die entgegengesetzten Bewegungen so getrennter und für sich zusammen sich bewegender angränzender Molekulen sind die Ursache der entgegengesetzten (positiven und negativen) Polaritäten. Die Intensität der Polarität der Molekulen ist von doppelter Art: die eine Intensität nämlich hängt von der größeren oder geringeren Geschwindigkeit der Molekulen, die andere aber von der größeren oder geringeren Entfernung der

angränzenden Molekulen ab. Endlich richtet sich die Quantität der Polarität nach der Zahl der Molekulen, welche sich zusammen in derselben Richtung für sich bewegen.

5) Die Molekulen der unwägbaren Stoffe, Licht und Wärme, sind unermeßlich kleiner und bewegen sich mit unbegreiflich größerer Geschwindigkeit, als die eines wägbaren Stoffes, und ihre Substanz ist von einer solchen Art, daß sie, je nach der Intensität ihrer Bewegung, an den Polen mehr oder weniger flach werden können.

6) Die Molekulen unwägbarer Stoffe sind wegen ihrer ausnehmenden Kleinheit im Stande, wägbare Stoffe zu durchdringen und in ihnen zu wirken. Die Intensität der Bewegung der Molekulen unwägbarer Stoffe influenzirt die Bewegungen der Molekulen wägbarer Körper, und die Molekulen unwägbarer Stoffe äußern sich so als Kräfte.

Zu Seite 51.

Vermischung der gasförmigen Körper. Es gibt drei verschiedene Arten der Vermischung der Gase, wovon die folgenden kurzen Bemerkungen dem Leser einen Begriff beibringen werden.

1) Die Vermischung zweier verschiedener gasförmiger Körper von derselben oder von verschiedenen specifischen Schweren. — Diese Art der Vermischung ist die bekannteste und unseres Erachtens die einzige, welche durch Experimente untersucht worden ist. Denken wir uns, der Erläuterung halber, ein biegsamer, luftdichter, mit einem Hahne versehener Sack werde mit einem gasförmigen Körper angefüllt, welcher unter derselben Temperatur und demselben Drucke genau dieselbe specifische Schwere habe, wie die atmosphärische Luft. Wird nun der Hahn geöffnet, so werden sich sogleich der gasförmige Körper in dem Sacke und die atmosphärische Luft mit gleichen Geschwindigkeiten zu vermischen beginnen, so daß für jede Molekule des gasförmigen Körpers, welche hinausgeht, eine Molekule der atmosphärischen Luft hineingehen, und folglich unter allen Verhältnissen der Beimischung der Umfang des in dem Sacke befindlichen Gasstoffes derselbe bleiben wird. Dieß ist das einfachste Beispiel der Vermischung gasförmiger Körper und wird dem Leser einen Begriff von dieser höchst merkwürdigen Erscheinung in ihrer ursprünglichen Form geben. Die Gelehrten erklären, wie wir gesagt haben, die Erscheinungen der Vermischung durch die Annahme, daß die Molekulen jedes Gases selbstrepulsiv seien, d. h. einander stärker als die Molekulen aller anderen Gase abstoßen, so daß jedes Gas für das andere ein Vacuum ist, und die Art und Weise, auf welche man sich

vorstellen kann, daß diese selbstrepulsive Kraft wirke, wird in einer späteren Anmerkung angegeben werden. Der zunächst zu betrachtende Fall ist der, wenn der luftdichte Sack einen gasförmigen Körper enthielte, dessen specifische Schwere von der der atmosphärischen Luft verschieden wäre, wie z. B. Wasserstoffgas. In diesem Falle würden sich beim Oeffnen des Hahnes der Wasserstoff in dem Sacke und die äußere atmosphärische Luft mit einer Kraft und Schnelligkeit sich zu vermischen beginnen, welche den Quantitäten der sich verbreitenden Gase proportional wäre. Diese Quantitäten aber variiren im umgekehrten Verhältnisse, wie die Quadratwurzeln der specifischen Schweren des Wasserstoffgases und der atmosphärischen Luft, d. h. wenn man das Volum der in dem Sack sich verbreitenden atmosphärischen Luft, gleich 1 annähme, so wäre das Volum des nach außen sich verbreitenden Wasserstoffs beinahe gleich 3, 8. Diese Erscheinungen zeigen, daß die Geschwindigkeit, oder das Verhältniß der Vermischung gasförmiger Körper, in Bezug zu ihren specifischen Schweren steht.

2) Die Vermischung eines gasförmigen Körpers und eines Dunstes. — Das Gesetz der Vermischung eines gasförmigen Körpers und eines Dunstes ist wahrscheinlich von dem der Vermischung zweier gasförmiger Körper verschieden, weil die selbstrepulsiven Eigenschaften der Molekulen der Dünste und der Gase wahrscheinlich verschieden sind. Nimmt man an, daß die Geschwindigkeiten der Vermischung eines gasförmigen Körpers und eines Dunstes mit den specifischen Schweren der beiden letzteren in Verhältniß stehen, wie dieß mit zwei gasförmigen Körpern der Fall ist, so muß die Geschwindigkeit der Vermischung eines Dunstes (z. B. des Wasserdunstes) mit Luft in demselben Verhältnisse zunehmen, in welchem die Temperatur abnimmt, d. h. die specifische Schwere des Dunstes sich vermindert. Daher muß unter hohen Breiten die Geschwindigkeit der Vermischung am größten sein, und diese äußerste Geschwindigkeit mag die Ursache sein, daß die Totalmasse des Wassers, das unter solchen Breiten in einer gegebenen Zeit verdunstet, bedeutend ist und so die kleine im Zustande der Auflösung befindliche Quantität mehr als ersetzt.

3) Die Vermischung zweier Theile desselben gasförmigen Körpers oder Dunstes von verschiedenen Temperaturen und folglich von verschiedenen specifischen Schweren. — Diese Art der Verbreitung ist unseres Wissens noch so wenig, als die vorhergehende, zum Gegenstande von Experimenten gemacht worden. Nimmt man jedoch an, daß die selbstrepulsiven Eigenschaften der Molekulen eines Gases oder

Dunstes unter verschiedenen Temperaturen verschieden seien, und daß die Geschwindigkeiten der Vermischung zweier solchen Theile von gasartigen Körpern oder Dünsten mit ihren specifischen Schweren in Verhältniß stehen: so können wir uns denken, daß zwischen Lufttheilen von verschiedenen Temperaturen ein beständiges Streben nach Vermischung Statt finde, wie z. B. zwischen der wärmeren und leichteren Luft des Aequators und der kälteren und schwereren der Pole; zwischen dem kälteren und leichteren Dunste der Pole und dem wärmeren und schwereren des Aequators; oder zwischen dem kälteren und leichteren Dunste der oberen Regionen der Atmosphäre und dem wärmeren und schwereren an der Erdoberfläche. Auch ist es nicht unwahrscheinlich, daß manche Naturerscheinungen, welche uns gegenwärtig unerklärbar scheinen, auf jenem Streben beruhen. Das Vermischungsvermögen elastischer Flüssigkeiten kennt und berücksichtigt man noch sehr wenig; es macht jedoch einen der anziehendsten und wichtigsten Gegenstände der Physik aus, und würde die Mühe, es zu untersuchen, reichlich belohnen.

Zu Seite 63, Anmerkung.

Licht und Wärme und überhaupt alle Fluida besitzen, wie wir früher auseinandersetzten, zwei Arten repulsiver Kraft: nämlich fürs erste diejenige, welche ihnen als Fluida zukommt und aus der Gesammtsumme der Bewegungen aller der Molekulen, aus welchen sie zusammengesetzt sind, entstehen mag, und fürs zweite die, welche nach unserer Annahme auf der gegenseitigen Wirksamkeit der angränzenden oder wechselnden Molekulen der Fluida beruht, wenn sich diese Molekulen in den beziehungsweisen Lagen befinden, welche sie, besonders im Zustande der Bewegung, ihrer Natur nach anzunehmen streben. Jedoch wird die in unserer Anmerkung angenommene Ordnung der einzelnen Molekulen, z. B. der des Lichts, wahrscheinlich nicht eher sichtbar, als bis sie sich einem wägbaren und durchsichtigen Medium nähern oder durch dasselbe hindurchgehen, und der Durchgang von Licht und Wärme durch ein solches Medium wird vielleicht durch folgende Auseinandersetzung dessen, was in Beziehung auf gasförmige Körper Statt zu finden scheint, augenscheinlicher. Die Kraft der Vermischung, worauf die Schnelligkeit der Bewegung gasförmiger Körper beruht, nimmt in demselben Verhältnisse zu, in welchem ihre specifische Schwere abnimmt. So ist die Kraft, womit der leichteste dieser Körper, der Wasserstoff, durch einen porösen Stoff durchzudringen strebt, beinahe unglaublich; nach Graham's Versuchen kann sie eine Wassersäule von 20 bis 30 Zollen emportreiben. Diese Schnelligkeit der Bewegung scheint sich nur durch die Annahme erklären

lassen zu können, daß die einzelnen Molekulen des Gases bei ihrem Durchgange durch enge Röhren vor jedem äußeren und von der Seite herkommenden Einflusse bewahrt sind, und so diejenigen Lagen annehmen können, welche ihnen natürlich sind, und bei denen ihre gegenseitige Selbstrepulsion die größtmögliche ist. Daher läßt sich eine Reihe selbstrepulsiver Molekulen eines Gases (oder eines andern selbstrepulsiven Fluidums), das durch die feinen Oeffnungen eines porösen Gefäßes in ein Vacuum oder in ein anderes Gas von verschiedenem selbstrepulsivem Vermögen übergeht, mit einer Reihe Kugeln vergleichen, welche von einem elastischen Fluidum in schneller Aufeinanderfolge durch einen Flintenlauf getrieben werden; nur mit dem Unterschiede, daß die Gasmolekulen einander selbst fortstoßen, anstatt, wie die Kugeln, von einer fremden Kraft fortgestoßen zu werden. Diese Erklärung des Durchgangs der Molekulen eines Gases durch eine enge Röhre oder einen porösen Stoff kann, wie wir bereits andeuteten, nicht blos auf den Durchgang von Licht und Wärme durch verschiedene Media, sondern auch auf den von Flüssigkeiten durch allerlei Körper, vermittelst der Processe der sogenannten Endosmose und Exosmose, angewendet werden. Wirken nun diese Kräfte in capillärer Attraction? Sind die Molekularbewegungen der Flüssigkeiten die Ursache der Bewegungen, welche zuweilen feste Theilchen von Materie zeigen, die sich durch jene verbreiten?

Zu Seite 156. **Temperaturentabelle. (Aus der**

Isothermalzonen.	Namen der Oerter	Lage.			Mittlere Jahrestemp.
		Nördliche Breite.	Länge.	Höhe nach Fußen.	
Isothermalzonen von 32° bis 41°.	Nain	57° 8′	61° 20′ wstl.	0	26, 42°
	† Frontekies . . .	68 30	20 47 östl.	1356	26, 96
	Hospizium von St. Gotthard .	46 30	8 23 östl.	6399	30, 38
	Nordcap	71 0	25 50 östl.	0	32, 00
	† Uleo	65 3	25 26 östl.	0	35, 08
	† Umeo	63 50	20 16 östl.	0	33, 26
	† St. Petersburg	59 56	30 19 östl.	0	38, 84
	Drontheim . . .	63 24	10 22 östl.	0	39, 92
	Moskau	55 45	37 32 östl.	970	40, 18
	Abo	60 27	22 18 östl.	0	40, 20
Isothermalzonen von 41° bis 50°.	† Upsala	59 51	17 38 östl.	0	42, 08
	† Stockholm . . .	59 20	18 3 östl.	0	42, 26
	Quebec	46 47	71 10 wstl.	0	41, 74
	Christiania . . .	59 55	10 48 östl.	0	42, 80
	† Kloster Peyssenburg	47 47	10 34 östl.	3066	42, 98
	† Kopenhagen . .	55 41	12 35 östl.	0	45, 68
	† Kendal	54 17	2 46 wstl.	0	46, 22
	Maluinen . . .	51 25	59 59 wstl.	0	46, 94
	† Prag	50 5	14 24 östl.	0	49, 46
	Göttingen . . .	51 32	9 53 östl.	456	46, 94
	† Zürch	47 22	8 32 östl.	1350	47, 84
	† Edinburg. . . .	55 57	3 10 östl.	0	47, 84
	Warschau. . . .	52 14	21 2 östl.	0	48, 56
	† Coire	46 50	9 30 östl.	1876	48, 92
	Dublin.	53 21	6 19 wstl.	0	49, 10
	Bern.	46 5	7 26 östl.	1650	49, 28
	† Genf.	46 12	6 8 östl.	1080	49, 28
	† Mannheim . . .	49 29	8 28 östl.	432	50, 18
	Wien	48 12	16 22 östl.	420	50, 54

† Bei den so bezeichneten Oertern sind die einzelnen Temperaturen

Encyclopædia Metropolitana, Artikel Meteorologie.)

Vertheilung der Wärme in den verschiedenen Jahreszeiten.				Maximum und Minimum.	
Mittlere Temp. des Winters.	Mittlere Temp. des Frühlings.	Mittlere Temp. des Sommers.	Mittlere Temp. des Herbstes.	Mittlere Temp. des wärmsten Monats.	Mittlere Temp. des kältesten Monats.
—0, 60°	23, 90°	48, 38°	33, 44°	51, 80°	—11,28°
†0, 68	24, 98	54, 86	27, 32	59, 54	—0, 58
18, 32	26, 42	44, 96	31, 82	46, 22	†15, 08
23, 72	29, 66	43, 34	32, 08	46, 58	22, 10
11, 84	27, 14	57, 74	35, 96	61, 52	7, 70
12, 92	33, 80	54, 86	33, 44	62, 60	11, 48
17, 06	38, 12	62, 06	38, 66	65, 66	8, 60
23, 72	35, 24	61, 24	40, 10	64, 94	19, 58
10, 78	44, 06	67, 10	38, 30	20, 52	6, 08
20, 84	38, 30	61, 88	40, 64	— —	— —
24, 98	39, 38	60, 26	42, 80	62, 42	22, 46
25, 52	38, 30	61, 88	43, 16	64, 04	22, 82
14, 18	38, 84	68, 00	46, 04	73, 40	13, 81
28, 78	39, 02	62, 60	41, 18	56, 74	28, 41
28, 58	42, 08	58, 46	42, 98	59, 36	30, 20
30, 74	41, 18	62, 60	48, 38	65, 66	27, 14
30, 86	45, 14	56, 84	46, 22	58, 10	34, 88
39, 56	46, 58	53, 06	48, 46	55, 76	37, 40
31, 46	47, 66	68, 90	50, 18	— —	— —
30, 38	44, 24	64, 76	48, 74	66, 38	29, 66
29, 66	48, 20	64, 04	48, 92	65, 66	26, 78
38, 66	46, 40	58, 28	48, 56	59, 36	38, 30
28, 76	47, 48	69, 08	49, 46	70, 34	27, 14
32, 36	50, 00	63, 32	50, 36	64, 58	29, 48
39, 20	47, 30	59, 54	50, 00	61, 16	35, 42
32, 00	48, 92	66, 56	49, 82	67, 28	30, 56
34, 70	47, 66	64, 94	50, 00	66, 56	34, 16
38, 80	49, 64	67, 10	49, 82	68, 72	33, 44
32, 72	51, 26	69, 26	50, 54	70, 52	26, 60

das Resultat von wenigstens 8000 Beobachtungen.

Temperaturentabelle,

Isothermalzonen.	Namen der Oerter,	Lage. Breite.	Länge.	Höhe nach Fußen.	Mittlere Jahrestemp..
Isothermalzonen von 50° bis 59°.	† Clermont. . . .	45°46′	3° 5′ östl.	1260	50,00°
	† Buda	47 29	19 1 östl.	494	51,08
	Cambridge . . .	42 25	71 3 wstl.	0	50,36
	† Paris	48 50	2 20 östl.	222	51,08
	† London.	51 30	0 5 wstl.	0	50,36
	Dünkirchen . . .	51 2	2 22 östl.	0	50,54
	Amsterdam . . .	52 22	4 50 östl.	0	51,62
	Brüssel.	50 50	4 22 östl.	0	51,80
	† Franeker. . . .	52 36	6 22 östl.	0	51,80
	Philadelphia . .	39 56	75 16 wstl.	0	53,42
	Neuyork	40 40	73 58 wstl.	0	53,78
	† Cincinnati . . .	39 6	82 40 wstl.	510	53,78
	St. Malo . . .	48 39	2 1 wstl.	0	54,14
	Nantes	47 13	1 32 wstl.	0	54,68
	Peking	39 54	116 27 östl.	0	54,86
	† Mailand	45 28	9 11 östl.	390	55,76
	Bordeaux. . . .	44 50	0 34 wstl.	0	56,48
Isothermalzonen von 59° bis 68°.	Marseilles . . .	43 17	5 22 östl.	0	59,00
	Montpellier . .	43 36	3 52 östl.	0	59,36
	† Rom.	41 53	12 27 östl.	0	60,44
	Toulon.	43 7	5 50 östl.	0	62,06
	Nangasacki . . .	32 45	129 55 östl.	0	60,80
	† Natchez	31 28	90 30 wstl.	180	64,76
Isothermalzonen von 68° bis 77°.	† Funchal	32 37	16 56 wstl.	0	68,54
	Algier	36 48	3 1 östl.	0	69,98
Isothermalzonen über 77°.	† Cairo	30 2	31 18 östl.	0	72,32
	† Vera Cruz . . .	19 11	96 1 wstl.	0	77,72
	† Havannah . . .	23 10	82 13 wstl.	0	78,08
	† Cumana	10 27	65 15 wstl.	0	81,86

(Fortsetzung.)

Vertheilung der Wärme in den verschiedenen Jahreszeiten.				Maximum und Minimum.	
Mittlere Temp. des Winters.	Mittlere Temp. des Frühlings.	Mittlere Temp. des Sommers.	Mittlere Temp. des Herbstes.	Mittlere Temp. des wärmsten Monats.	Mittlere Temp. des kältesten Monats.
34, 52°	50, 54°	64, 40°	51, 26°	66, 20°	28, 04°
33, 98	51, 08	70, 52	52, 34	71, 60	27, 78
33, 98	47, 66	70, 70	49, 82	72, 86	29, 84
38, 66	49, 28	64, 58	51, 44	65, 30	36, 14
39, 56	48, 56	63, 14	50, 18	64, 40	37, 76
38, 48	48, 56	64, 04	50, 90	64, 76	37, 75
36, 86	51, 62	65, 84	51, 62	66, 92	35, 42
36, 68	53, 24	66, 20	51, 08	67, 28	35, 60
36, 68	51, 08	67, 28	54, 32	69, 08	32, 90
32, 18	51, 44	73, 94	56, 48	77, 00	32, 72
29, 84	51, 26	79, 16	54, 50	80, 78	25, 34
32, 90	54, 14	72, 86	54, 86	74, 30	30, 20
42, 26	52, 16	66, 02	55, 76	66, 92	41, 74
40, 46	54, 50	68, 54	55, 58	70, 52	39, 02
26, 42	56, 30	82, 58	54, 32	84, 38	24, 62
36, 32	56, 12	73, 04	56, 84	74, 66	36, 14
42, 08	56, 48	70, 88	56, 30	73, 04	41, 00
45, 50	57, 56	72, 50	60, 08	74, 66	44, 42
44, 06	56, 66	75, 74	60, 98	78, 08	42, 08
45, 86	57, 74	75, 20	62, 78	77, 00	42, 26
48, 38	60, 80	75, 02	64, 40	77, 00	46, 40
39, 38	57, 56	82, 94	64, 22	86, 90	37, 40
48, 56	65, 48	79, 16	66, 02	79, 70	46, 94
64, 40	65, 84	72, 50	72, 32	75, 56	64, 04
61, 52	65, 66	80, 24	72, 50	82, 76	60, 08
58, 46	73, 58	85, 10	71, 42	85, 82	56, 12
71, 96	77, 90	81, 50	78, 62	81, 86	71, 06
71, 24	78, 98	83, 30	78, 98	83, 84	69, 98
80, 24	83, 66	82, 04	80, 24	84, 38	79, 16

Zu Seite 213.

Schon vor vielen Jahren führten uns besondere Umstände auf die Ansicht, daß eine Zusammensetzung von Wasser und Sauerstoff ein häufiger, wenn nicht beständiger, Bestandtheil der Atmosphäre ist. Von diesem Bestandtheile, den wir uns als einen Dunst und als ähnlich (wir sagen nicht gleich) dem Deutoxyd von Wasserstoff denken, kann man sich vorstellen, daß er wie ein fremder Körper wirke, und so die Ursache zahlreicher atmosphärischer Erscheinungen sei, über welche man gegenwärtig noch sehr im Unklaren ist. Darunter gehören auch die im Texte betrachteten Erscheinungen der Verdunstung.

Als wir von der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft sprachen, bemerkten wir, daß die besten Analysen beinahe beständig einen leichten Ueberschuß von Sauerstoff über den Betrag von 20 pr. Cent anzeigen, welcher in der Atmosphäre vorhanden sein müßte, wenn ihre Zusammensetzung, wie dieß fast nicht bezweifelt werden kann, sich nach Gesetzen chemischer Verhältnisse richtet. Nun haben wir aber allen Grund zu glauben, daß dieser Ueberschuß von Sauerstoff in der Atmosphäre sich periodisch mit dem Dunste in der Atmosphäre auf irgend eine Weise verbindet, und so nicht blos die Eigenschaften des Dunstes verändert, sondern zugleich einen wesentlichen Einfluß auf das Maaß der Verdunstung von der Erdoberfläche ausübt. Er mag auf folgende Art wirken. In Verbindung mit Sauerstoff (Deutoxyd von Wasserstoff?) hört der Dunst natürlich auf, als solcher zu wirken; wenn sich daher in einer mit Dunst gesättigten und möglichst feuchten Atmosphäre ein Theil des Dunstes plötzlich mit Sauerstoff verbände, so würde die Luft eben so plötzlich trocken zu werden s c h e i n e n, obgleich sie der Wirklichkeit nach dieselbe Quantität aufgelösten Wassers, wie vorher, enthielte. Zudem würde das Maaß der Verdunstung durch eine solche Verbindung von Dunst und Sauerstoff vergrößert; denn die Wirkungen der letzteren kämen, worin sie auch bestehen mögen, zu den regelmäßigen Wirkungen der atmosphärischen Luft bei der Hervorbringung der Verdunstung hinzu, und vermehrten so mehr oder minder die Quantität des in Dunst sich verwandelnden Wassers.

Sauerstoff in dieser Verbindung mit Dunst scheint für das thierische Leben besonders wohlthätig, wenn nicht nothwendig zu sein, die Luft, worin sie in starkem Verhältniß vorhanden ist, ist trocken, anregend und aufheiternd, während das durch die zuweilen erfolgende plötzliche Aufhebung derselben entstehende Vorherrschen von Feuchtigkeit das entgegengesetzte Gefühl von Schläfrigkeit und Verdrossenheit hervorbringt. Wahrscheinlich sind ihr gewisse Bodenarten und Lagen günstiger als andere, und einzelne Oerter, je nach

